

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年6月12日 (12.06.2003)

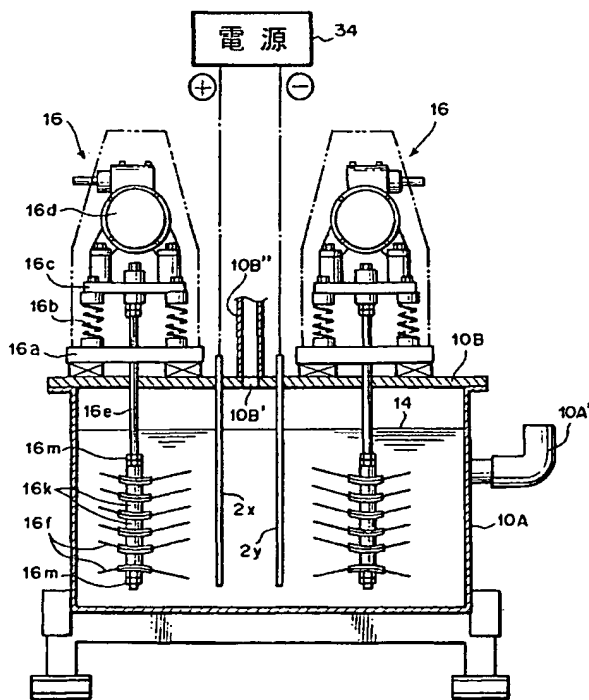
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/048424 A1

- (51) 国際特許分類: C25B 15/08, 15/00, 9/00, 1/04 146-0085 東京都 大田区 久が原二丁目 1 4 番 1 0 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/09770
- (22) 国際出願日: 2002年9月24日 (24.09.2002) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大政 龍晋 (OMASA, Ryushin) [JP/JP]; 〒251-0033 神奈川県 藤沢市 片瀬山五丁目 2 8 番 1 1 号 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 山下 穂平 (YAMASHITA, Johei); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門五丁目 1 3 番 1 号 虎ノ門 4 0 森ビル 山下国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ: 特願2001-369297 2001年12月3日 (03.12.2001) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, [続葉有]
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本テクノ株式会社 (JAPAN TECHNO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒

(54) Title: HYDROGEN-OXYGEN GAS GENERATOR AND HYDROGEN-OXYGEN GAS GENERATING METHOD USING THE GENERATOR

(54) 発明の名称: 水素-酸素ガス発生装置及びそれを用いた水素-酸素ガス発生方法



34...POWER SUPPLY

(57) Abstract: A hydrogen-oxygen gas generator comprises an electrolytic bath (10A), a pair of electrodes composed of an anode member (2x) and cathode member (2y) both disposed in the bath, a power supply (34) for applying voltage between the anode and cathode members, vibratory mixing means (16) for vibratively mixing the electrolyte (14) in the bath, and gas collecting means for collecting the hydrogen-oxygen gas generated by the electrolysis using the electrolyte. The gas collecting means includes a lid member (10B) annexed to the electrolytic bath (10A) and a hydrogen-oxygen gas collecting pipe (10B') connected to the hydrogen-oxygen gas output port (10B'). The vibratory mixing means (16) includes a vibrating motor (16d) vibrating at 10 Hz to 500 Hz and vibrating blades (16f) attached to a vibrating rod (16e) not rotatably but vibrating in the electrolytic bath interlockingly with the vibrating motor. The vibrating blades of the vibratory mixing member (16) are so arranged as to oppose the surfaces of the anode and cathode members (2x, 2y).

[続葉有]

WO 03/048424 A1



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

電解槽 (10A) と、その内部に配置された陽極部材 (2x) 及び陰極部材 (2y) からなる電極対と、陽極部材-陰極部材間に電圧を印加する電源 (34) と、電解槽内の電解液 (14) を振動攪拌するための振動攪拌手段 (16) と、電解液の電気分解により発生する水素-酸素ガスを捕集するガス捕集手段とを有する。ガス捕集手段は、電解槽 (10A) に付設された蓋部材 (10B) と、その水素-酸素ガス取出口 (10B') に接続された水素-酸素ガス採取管 (10B'') とを含む。振動攪拌手段 (16) は、10Hz ~ 500Hz で振動する振動モータ (16d) と、それに連係して電解槽内で振動する振動棒 (16e) に回転不能に取り付けられた振動羽根 (16f) とを含む。陽極部材 (2x) 及び陰極部材 (2y) の表面に対向するようにして振動攪拌手段 (16) の振動羽根が配置されている。

明細書

水素－酸素ガス発生装置及びそれを用いた水素－酸素ガス発生方法

5 技術分野

本発明は、電気分解により水素－酸素ガスを発生させるための装置及び方法に関し、特に、高い効率で水素ガス及び酸素ガスを発生させそれぞれ別個に又は混合ガスの形態で捕集し、安全で燃焼時の火炎温度が高いガスを発生させることを企図した水素－酸素ガス発生装置及び水素－酸素ガス発生方法に関するものである。

10

背景技術

ファラデーによって電気分解技術が開発され、これにより水の電気分解生成物として、2 : 1 の比率の水素及び酸素からなる水素－酸素ガスが得られることが知られている。これまでに、水素－酸素ガスの研究はそれなりに続けられてきたが、実
15 用性のある技術は、オーストラリアのブラウン エネルギー システム テクノロ
ジー ピー ティー ワイ社 (Brown Energy System Tec
hnology PTY. LTD.) のユル・ブラウン博士 (Dr. Yull
Brown) の開発に係るガス発生機であり、これに関連する特許文献としては、
日本国登録実用新案第3037633号公報がある。

20 この技術は、水素－酸素ガスを発生させる電解槽の構造において、四方にボルト
孔が形成され、中心の上側及び下側にガス流通長孔と電解液流通長孔とが互いに垂
直になるように形成された多数個の電極板と、前記電極板の間に設置され外側に突
出されたボルトハウジング孔が形成された多数個のスペーサを相互交番的に結合さ
せ、スペーサの内周縁面にはオーリングでシーリングして電解液充填質を形成する
25 とともに、前記の電極板の両側には電流連結ボルトとガス連結ニップル及び電解液
連結ニップルとを持つ電解槽仕上板を装着して、前記電極板のボルト孔、スペーサ
のボルトハウジング孔及び電解槽仕上板のボルト孔に挟まれたステイボルトにナッ
トを締結して電極板、スペーサ及び電解槽仕上板を相互結合させて構成したもので
ある。しかしながら、未だ工業用の水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを発生させる
30 ことに成功していない。

同様な前記ガス発生機に関連する特許文献としては、日本国特許第3130014号公報がある。

しかしながら、従来方法では、電解槽内に設けられた電極板の隣接するものどうしの間には、ショートしないだけの距離として最も短くとも50mmの間隔をとらねばならない。それより短い距離に接近させると、過電流となり、事故が発生しやすくなる傾向にある。このため、従来の装置及び方法では、電流密度を高めて水素-酸素ガスを高い効率で発生させることには限界があり、十分な効率が得られていなかった。また、水素と酸素との十分な混合が行われずに引火の危険性を生じ、大量発生には不向きであった。

10 一方、電解槽の大きさには自ずと上限があるため、一台の水素-酸素ガス発生装置によって生産される水素-酸素ガスの量にも上限がある。しかるに、実用的見地からは、出来るだけ小さな装置によって単位時間当たり出来るだけ多くの量の水素-酸素ガスを生産することが望ましい。この点においても、従来の装置では、装置の小型化と水素-酸素ガスの発生量の向上との双方を満足させることは困難であった。

15 一方、国際特許公開WO95/06144号公報には、水の電気分解方法において、水中に入れた電極を、酸素分子、水素分子又は水分子のいずれか一つが共振する固有振動の振動数、具体的には6000~120000回/分(100~2000回/秒)の振動数で振動させ、あるいは固有振動の波長の倍数波長で振動させて、

20 酸素分子、水素分子又は水分子のいずれか一つを共振させるとともに、電極を磁界内において帯磁させ、水中に通電して水を電気分解する方法が開示されている。この技術は、結局のところ電極に付着する水素泡の分離を促進しようとするだけのものであって、振動により水を流動攪拌させようとする技術思想はなく、水素ガスの発生量もそれほど向上はしない。

25 そこで、本発明は、電解条件を改善して単位時間当たり電極単位面積当たりに発生する水素ガス及び酸素ガスの量を十分に増大させ、もって装置の小型化及び装置当たり(即ち電解槽の単位容積当たり)の水素-酸素ガス発生量の向上を可能となし、これらのガスをそれぞれ別個に又は混合ガスの形態で捕集するようにし、安全で燃焼時の火炎温度が高い水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを発生させることを可

能にし、また隔膜を使用することで水素ガスと酸素ガスとを高い効率で別個に発生させることが可能な、水素－酸素ガス発生のための装置及び方法を提供することにある。

5 発明の開示

本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、

電解槽（A）；

該電解槽内に收容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含ん

10 でなる電気分解手段（B）；

少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒及び該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根からなる振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振動攪拌するための振動攪拌手段（C）、又は、少なくとも1つの振動発生手段と、

15 該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（C'）；

20 及び

前記電解槽内に收容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段（D）を備えており、

25 前記電気分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方の表面に対向するようにして前記振動攪拌手段（C）の振動攪拌部材又は絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材が配置されていることを特徴とする水素－酸素ガス発生装置、

が提供される。

30 本発明の一態様においては、前記電気分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方と前記振動攪拌手段（C）の振動攪拌部材又は前記絶縁式振動攪拌

手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材との距離が20～400mmである。本発明の一態様においては、前記陽極部材の表面に対向するように配置された前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段（B）の電源の正極に接続されている。本発明の一態様においては、前記陰極部材の表面に対向するよ
5 うに配置された前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段（B）の電源の負極に接続されている。

本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段（B）の電源に接続さ
10 れている。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記振動羽根のうちの少なくとも1つが前記陽極部材又は陰極部材として機能する。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記
15 振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、
20 前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられている。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段（B）の電源は直流パルス電源である。本発明の一態様においては、前記電気分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記振動
25 攪拌手段（C）の振動発生手段または前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の振動発生手段は振動モータを含み、前記振動攪拌手段（C）又は絶縁式振動攪拌手段（C'）は前記振動モータを10Hz～500Hzの振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段（D）は、前記電解槽に付設され

た蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素－酸素ガス取出口に接続された水素－酸素ガス採取管とを含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素－酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在している。

- 5 また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
電解槽（Ａ）；

該電解槽内に收容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段（Ｂ）；

- 10 少なくとも１つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも１つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも１つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振動攪拌する
15 ための絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）；及び

前記電解槽内に收容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段（Ｄ）を備えており、

- 前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材は少なくとも１つの第１
20 の前記絶縁式振動攪拌部材と少なくとも１つの第２の前記絶縁式振動攪拌部材とを有しており、前記第１の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材として機能させ、前記第２の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の
25 陰極部材として機能させてなることを特徴とする水素－酸素ガス発生装置、
が提供される。

本発明の一態様においては、前記陽極部材と陰極部材との距離が５～４００mmである。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた

部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段（Ｂ）の電源に接続されている。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記振動羽根のうちの少なくとも１つが前記陽極部材又は陰極部材として機能する。

本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられている。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の電源は直流パルス電源である。本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）は前記振動モータを１０Ｈｚ～５００Ｈｚの振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段（Ｄ）は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素－酸素ガス取出口に接続された水素－酸素ガス採取管とを含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素－酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在している。

また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
電解槽（Ａ）；

該電解槽内に収容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段（Ｂ）；

少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に収容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（C'）；及び

- 前記電解槽内に収容される電解液の前記電氣分解手段による電氣分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段（D）を備えており、
- 10 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、前記振動羽根が複数の前記振動棒に取り付けられており、前記電氣分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材のそれぞれが前記複数の振動棒に取り付けられており、前記陽極部材は前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記
- 15 電源と電氣的に接続されており、前記陰極部材は前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続されていることを特徴とする水素－酸素ガス発生装置、
- が提供される。

- 本発明の一態様においては、前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能する。本発明の一態様においては、前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられており、該電極用補助羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能する。

- 25 本発明の一態様においては、前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材として機能し、及び／又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陰極部材として機能する。

本発明の一態様においては、前記複数の振動棒には前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に電極用補助羽根が取り付けられており、前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陽極部材として機能し、及び／又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陰極部材として機能する。

本発明の一態様においては、前記陽極部材と陰極部材との距離が5～400mmである。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられている。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段(B)の電源は直流パルス電源である。本発明の一態様においては、前記電気分解手段(B)の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段(C')の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動攪拌手段(C')は前記振動モータを10Hz～500Hzの振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段(D)は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素-酸素ガス取出口に接続された水素-酸素ガス採取管とを含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素-酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在している。

更に、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
上記のような水素-酸素ガス発生装置を用い、前記電解液として5重量%～30重量%の電解質を含み液温20℃～100℃でpH7～10のものを用いて、電流密度7A/dm²～40A/dm²となるように前記電解液の電気分解を行なうことを特徴とする水素-酸素ガス発生方法、
が提供される。

本発明の一態様においては、前記電解質が水溶性のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物である。本発明の一態様においては、前記電源として直流パルス電源を用いる。本発明の一態様においては、前記振動羽根を振幅0.1～30mm且つ振動数200～12000回/分で振動させる。

- 5 以上の本発明においては、水素－酸素ガスとは、水素ガスと酸素ガスとの混合ガス、あるいは区分された別個の形態の水素ガス及び酸素ガスをさす。

以上の様な本発明においては、振動攪拌手段の振動羽根により電解液中に強力な振動流動が生ぜしめられるので、電解液は陽極部材及び陰極部材と十分良好な均一性をもって且つ十分な供給量をもって接触せしめられる。このため、陽極部材と陰極部材との間の距離を従来より著しく小さくしても、それらの間に電気分解に必要なイオンを十分に供給することが可能になり、また電極に発生する電解熱を迅速に放熱することができる。従って、高い電流密度で電気分解を行なって、高い効率で水素－酸素ガスを発生させることができる。また、以上の様に陽極部材と陰極部材との間の距離を小さくすることで、単位容積あたりに配置される電極の有効表面積を十分に高めることができるので、電解槽を小型化しても十分な量の水素－酸素ガスを発生させることができる。

特に、以上の様な振動攪拌手段による電解液の振動攪拌を併用して電気分解を行なう場合には、電極近傍にて発生する水素や酸素が気泡を形成する前に電解液面へと運ばれて気相へと移行するので、電解液中にて生成せしめられた水素や酸素が電極表面に気泡として付着し電気抵抗を増加させるようなことがない。このため、上記の様に容易に高い電流密度での電気分解の実現が可能になるのである。

図面の簡単な説明

- 図1は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 25 図2は、図1の装置の平面図である。
- 図3は、図1の装置の断面図である。
- 図4は、図1の装置の部分拡大断面図である。
- 図5は、図1の装置の部分拡大平面図である。
- 図6は、図1の装置の振動部材への振動棒の取り付け部の拡大断面図である。
- 30 図7は、振動部材への振動棒の取り付け部の変形例を示す拡大断面図である。

図 8 は、図 1 の装置の振動棒への振動羽根の取り付け部の拡大断面図である。

図 9 は、振動羽根の長さとしなりの程度との関係を示すグラフである。

図 10 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

図 11 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

5 図 12 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

図 13 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

図 14 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

図 15 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置を構成する振動攪拌手段の電解槽への取り付けの形態を示す断面図である。

10 図 16 は、図 15 に示される装置の断面図である。

図 17 は、図 15 に示される装置の平面図である。

図 18 A ～ 18 C は、積層体の平面図である。

図 19 A, 19 B は、積層体による電解槽の閉塞の様子を示す断面図である。

図 20 A ～ 20 E は、積層体の断面図である。

15 図 21 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置のガス捕集手段の一部を示す図である。

図 22 は、水素－酸素ガス発生装置により回収された水素－酸素ガスを利用するガス燃焼装置の一例を示す模式図である。

図 23 は、振動攪拌手段の変形例を示す断面図である。

20 図 24 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。

図 25 は、図 24 の装置の断面図である。

図 26 は、図 24 の装置の平面図である。

図 27 は、振動棒の電氣的絶縁領域の近傍を示す部分拡大断面図である。

図 28 は、振動棒の電氣的絶縁領域の斜視図である。

25 図 29 は、振動棒の電氣的絶縁領域の平面図である。

図 30 は、絶縁式振動攪拌手段の側面図である。

図 31 は、絶縁式振動攪拌手段の断面図である。

図 32 は、絶縁式振動攪拌手段の断面図である。

図 33 は、振動羽根の近傍を示す断面図である。

- 図 3 4 は、電極用補助羽根を示す図である。
- 図 3 5 は、絶縁式振動攪拌手段の断面図である。
- 図 3 6 は、絶縁式振動攪拌手段の断面図である。
- 図 3 7 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 5 図 3 8 は、図 3 7 の装置の断面図である。
- 図 3 9 は、図 3 7 の装置の平面図である。
- 図 4 0 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す部分断面図である。
- 図 4 1 は、図 4 0 の水素－酸素ガス発生装置の断面図である。
- 図 4 2 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す模式図である。
- 10 図 4 3 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す模式図である。
- 図 4 4 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す模式図である。
- 図 4 5 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す部分断面図である。
- 図 4 6 は、図 4 5 の装置の部分側面図である。
- 図 4 7 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す部分側面図である。
- 15 図 4 8 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 図 4 9 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 図 5 0 は、図 4 9 の装置の断面図である。
- 図 5 1 は、本発明による水素－酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 図 5 2 は、図 5 1 の装置の断面図である。
- 20 図 5 3 は、電極部材を構成する円柱状チタン網ケースの斜視図である。
- 図 5 4 は、電極部材の正面図である。
- 図 5 5 A ～ 5 5 E は、振動発生手段と振動攪拌部材との接続形態を示す模式図である。

25 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら本発明の具体的な実施の形態を説明する。尚、図面において、同様な機能を有する部材又は部分には同一の符号が付されている。

図 1 ～ 図 3 は本発明による水素－酸素ガス発生方法の実施される水素－酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 1 は断面図であり、図 2

は平面図であり、図3は断面図である。

これらの図において、10Aは電解槽であり、該電解槽には電解液14が収容されている。16は振動攪拌手段である。該振動攪拌手段16は、電解槽10Aとは別に配置された支持台100に防振ゴムを介して取り付けられた基台16a、該基台に下端を固定された振動吸収部材としてのコイルバネ16b、該コイルバネの上端に固定された振動部材16c、該振動部材に取り付けられた振動モータ16d、振動部材16cに上端を取り付けられた振動棒（振動伝達ロッド）16e、該振動棒の下半部において電解液14に浸漬する位置に回転不能に複数段に取り付けられた振動羽根16fを有する。振動モータ16d及び振動部材16cを含んで振動発生手段が構成され、該振動発生手段が振動棒16eと関係している。また、振動棒16e及び振動羽根16fを含んで振動攪拌部材が構成され、該振動攪拌部材と上記振動発生部材とを含んで振動攪拌手段が構成されている。コイルバネ16b内には、後述の図11その他に示されているように、棒状のガイド部材を配置することができる。

尚、振動発生手段としては、振動発生源として一般の機械式振動モータを用いたもの以外にマグネット振動モータやエア－振動モータ等を用いたものを使用することも可能である。

振動モータ16dは例えばインバータを用いた制御により例えば10～500Hz、好ましくは10～120Hz、更に好ましくは20～60Hzで振動する。振動モータ16dで発生した振動は、振動部材16c及び振動棒16eを介して振動羽根16fに伝達される。振動羽根16fは、電解液14中で所要の振動数で先端縁が振動する。この振動は、振動羽根16fが振動棒16eへの取り付け部分から先端縁へと「しなる」ように発生する。この振動の振幅及び振動数は、振動モータ16dのものとは異なるが、振動伝達経路の力学的特性及び電解液14との相互作用の特性などに応じて決まり、本発明では、好ましくは振幅0.1～30mmで、振動数200～12000回/分、更に好ましくは200～5000回/分、特に好ましくは500～3000回/分とする。

図6は振動部材16cへの振動棒16eの取り付け部111の拡大断面図である。振動棒16eの上端に形成されたオネジ部に、振動部材16cの上側から振動応力

分散部材 16 g 1 及びワッシャ 16 h を介してナット 16 i 1, 16 i 2 を適合させており、振動部材 16 c の下側から振動応力分散部材 16 g 2 を介してナット 16 i 3, 16 i 4 を適合させている。振動応力分散部材 16 g 1, 16 g 2 は、振動応力分散手段として用いられており、例えばゴムからなる。振動応力分散部材 16 g 1, 16 g 2 は、例えば硬い天然ゴム、硬い合成ゴム、合成樹脂等のショアー A 硬度 80 ~ 120、好ましくは 90 ~ 100 の硬質弾性体により構成することができる。とくに、ショアー A 硬度 90 ~ 100 の硬質ウレタンゴムが耐久性、耐薬品性の点で好ましい。振動応力分散手段を使用することにより、振動部材 16 c と振動棒 16 e との接合部分の近辺への振動応力の集中が防止され、振動棒 16 e が折れにくくなる。とくに、振動モータ 16 d の振動周波数を 100 Hz 以上に高

5 振動部材 16 c へ

10 振動棒 16 e の取り付け部 111 の変形例を示す拡大断面図である。この変形例は、図 6 の取り付け部とは、振動部材 16 c の上側に振動応力分散部材 16 g 1 を配置しないこと、及び振動部材 16 c と振動応力分散部材 16 g 2 との間に球面スペーサ 16 x を介在させたことが異なるのみであり、他は同様である。

図 7 は振動部材 16 c へ

図 8 は振動棒 16 e への振動羽根 16 f の取り付け部の拡大断面図である。振動羽根 16 f の各々の上下両側には、振動羽根固定部材 16 j が配置されている。隣接する振動羽根 16 f どうしの間には固定部材 16 j を介して振動羽根 16 f の間隔設定のためのスペーサリング 16 k が配置されている。尚、最上部の振動羽根 16 f の上側及び最下部の振動羽根 16 f の下側には、図 1 に示されているように、スペーサリング 16 k を介して又は介することなく、振動棒 16 e に形成されたオネジに適合するナット 16 m が配置されている。図 8 に示されているように、各振動羽根 16 f と固定部材 16 j との間にフッ素系樹脂やフッ素系ゴムなどからなる振動応力分散手段としての弾性部材シート 16 p を介在させることで、振動羽根 16 f の破損を防止することができる。弾性部材シート 16 p は、振動羽根 16 f の破損防止効果を一層高めるために、固定部材 16 j から若干はみ出すように配置するのが好ましい。図示されているように、上側の固定部材 16 j の下面（押圧面）は凸状面とされており、下側の固定部材 16 j の上面（押圧面）は対応する凹状面

15 振動部材 16 c へ

20 振動棒 16 e の取り付け部 111 の変形例を示す拡大断面図である。この変形例は、図 6 の取り付け部とは、振動部材 16 c の上側に振動応力分散部材 16 g 1 を配置しないこと、及び振動部材 16 c と振動応力分散部材 16 g 2 との間に球面スペーサ 16 x を介在させたことが異なるのみであり、他は同様である。

25 振動部材 16 c へ

とされている。これにより、固定部材 16 j により上下方向から押圧される振動羽根 16 f の部分は湾曲せしめられ、振動羽根 16 f の先端部は水平面に対して角度 α をなしている。この角度 α は、例えば -30° 以上 30° 以下好ましくは -20° 以上 20° 以下とすることができる。特に、角度 α は、 -30° 以上 -5° 以下または 5° 以上 30° 以下、好ましくは -20° 以上 -10° 以下または 10° 以上 20° 以下とするのが好ましい。固定部材 16 j の押圧面を平面とした場合には、角度 α は 0° である。角度 α は、全ての振動羽根 16 f について同一である必要はなく、例えば、下方の 1~2 枚の振動羽根 16 f については一の値（即ち下向き：図 8 に示される向き）とし、それ以外の振動羽根 16 f については+の値（即ち上向き：図 8 に示されるものと逆の向き）とすることができる。

振動羽根 16 f としては、弾力性のある金属板、合成樹脂板またはゴム板などを用いることができる。振動羽根 16 f の厚みは、振動条件や電解液 14 の粘度などにより好ましい範囲は異なるが、振動攪拌手段 16 の作動時に、振動羽根が折れることなく、振動攪拌の効率を高めるように振動羽根 16 f の先端部分が“フラッター現象”（波打つような状態）を呈するように設定される。振動羽根 16 f がステンレス鋼板などの金属板からなる場合には、その厚みは $0.2 \sim 2 \text{ mm}$ とすることができる。また、振動羽根 16 f が合成樹脂板やゴム板からなる場合には、その厚みは $0.5 \sim 10 \text{ mm}$ とすることができる。振動羽根 16 f と固定部材 16 j とを一体成形したものを使用することもできる。この場合は、振動羽根 16 f と固定部材 16 j との接合部に電解液 14 が浸入し固形分が固着して洗浄に手間がかかるというような問題を回避することができる。

金属製の振動羽根 16 f の材質としては、チタン、アルミニウム、銅、鉄鋼、ステンレス鋼、磁性鋼などの磁性金属、これらの合金が挙げられる。合成樹脂製の振動羽根 16 f の材質としては、ポリカーボネート、塩化ビニル系樹脂、ポリプロピレンなどが挙げられる。振動羽根は、プラスチック部材の表面にめっきなどにより導電処理を施したものであってもよい。

電解液 14 内での振動羽根 16 f の振動に伴って発生する振動羽根の“フラッター現象”の程度は、振動モータ 16 d の振動の周波数、振動羽根 16 f の長さ（固定部材 16 j の先端縁から振動羽根 16 f の先端縁までの寸法：図 33 の D_2 ）と

厚み、及び電解液 14 の粘度や比重などによって変化する。与えられた周波数においてもっともよく“しなる”振動羽根 16 f の長さ L_1 と厚みとを選択することができる。振動モータ 16 d の振動の周波数と振動羽根 16 f の厚みとを一定にして、振動羽根 16 f の長さを変化させてゆくと、振動羽根のしなりの程度は図 9 に示すようになる。即ち、長さ m が大きくなるに従って、ある段階までは大きくなるが、それをすぎるとしなりの程度 F は小さくなり、ある長さのときには殆どしなりがなくなり、さらに振動羽根を長くするとまたしなりが大きくなるという関係をくりかえすことが判った。

振動羽根の長さは、第 1 回目のピークを示す長さ L_1 か、第 2 回目のピークを示す長さ L_2 を選択することが好ましい。 L_1 にするか L_2 にするかは、系の振動を強くするか流動を強くするかに応じて適宜選択できる。

振動周波数 37～60 Hz、75 kW の振動モータでステンレススチール (SUS 304) 製の振動羽根の種々の厚みのものについて、 L_1 及び L_2 を求めたところ、以下のような結果が得られた。

15	厚み	L_1	L_2
	0. 10 mm	約 15 mm	—
	0. 20 mm	約 25 mm	約 70 mm
	0. 30 mm	約 45 mm	110～120 mm
	0. 40 mm	約 50 mm	140～150 mm
20	0. 50 mm	約 55 mm	約 170 mm

尚、この実験において、振動棒 16 e の中心から固定部材の先端までの距離は 27 mm であり、振動羽根 16 f の傾斜角度 α は上向き 15° ($+15^\circ$) とした。

以上のような振動攪拌手段 16 としては、以下の文献（これらは本発明者の発明に係る特許出願に関するものである）及び本出願人による特許出願である特願 2001-135528、特願 2001-338422 に記載されているような振動攪拌機（振動攪拌装置）を使用することが可能である：

特開平 3-275130 号公報（特許第 1941498 号），
 特開平 6-220697 号公報（特許第 2707530 号），
 特開平 6-312124 号公報（特許第 2762388 号），

- 特開平 8-281272 号公報 (特許第 2767771 号),
特開平 8-173785 号公報 (特許第 2852878 号)
特開平 7-126896 号公報 (特許第 2911350 号),
特開平 9-40482 号公報 (特許第 2911393 号),
5 特開平 11-189880 号公報 (特許第 2988624 号),
特開平 7-54192 号公報 (特許第 2989440 号),
特開平 6-330395 号公報 (特許第 2992177 号),
特開平 6-287799 号公報 (特許第 3035114 号),
特開平 6-280035 号公報 (特許第 3244334 号),
10 特開平 6-304461 号公報 (特許第 3142417 号),
特開平 6-304461 号公報,
特開平 10-43569 号公報,
特開平 10-369453 号公報,
特開平 11-253782 号公報,
15 特開 2000-317295 号公報。

本発明において、振動攪拌手段 16 は、図 1 に示されている様に、電解槽の両端部に配置しても良いが、一方の端部のみに配置しても良い。また、振動羽根として両側に対称的に延びているものを使用すれば、振動攪拌手段 16 を電解槽の中央に配置し、その両側に後述の様な電極群を配置することも可能である。

- 20 なお、本発明において、特開平 6-304461 号公報に記載されている様な振動羽根が電解槽の底部に存在するタイプの振動攪拌手段を用いることにより、電解槽内の電極群の配置スペースが広くなり、電解槽の容積あたりのガス発生量を高めることができるとともに、上下方向に沿って電極を配置する場合には電極として後述の多孔性のものを使用する必要がなくなるという利点がある。

- 25 再び図 1 ~ 図 3 を参照する。本実施形態では、電解槽 10A の両端部にそれぞれ上記の様な振動攪拌手段 16 が配置されている。電解槽 10A の中央部には、電極対を構成する板状の陽極部材 2x 及び板状の陰極部材 2y が互いに平行に配置されている。一方の振動攪拌手段 16 は陽極部材 2x の表面 (主面) と対向するように配置されており、他方の振動攪拌手段 16 は陰極部材 2y の表面 (主面) と対向す

るように配置されている。

陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y の材料としては、通常の水の電気分解に使用されるものを使用することができる。たとえば、陽極部材として二酸化鉛、マグネタイト、フェライト、黒鉛、白金、Pt-Ir 合金、チタン合金、貴金属被覆チタン

- 5 (例えば白金被覆チタン) などが例示でき、陰極部材としてロジウム、ニッケル、ニッケル合金 (Ni-Mo₂, Ni-Co, Ni-Fe, Ni-Mo-Cd, Ni-S_x, ラネーニッケル等)、チタン合金等の貴金属が例示できる。陽極と陰極との間の距離は、例えば 5 mm ~ 400 mm である。

- 陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y は板状体であるから、これを多孔性のものとする
10 ことで、図 1 に示すように、振動攪拌手段 16 の振動羽根 16 f による振動攪拌で発生せしめられる電解液 14 の流動を遮るように振動羽根 16 f を向いた方向に対してほぼ直角に設けられる場合にも、小孔を通して電解液 14 がスムーズに流動することができる。小孔の形状は円形状でも多角形状でもよく、特に制限はない。また、小孔の大きさや数は電極本来の目的と多孔性にする目的との双方のバランスを
15 考えて、適宜設定するのが好ましい。電極における小孔の面積割合は、有効面積 (即ち電解液 14 と接触する面積) で、電極面積が 50 % 以上となる様にするのが好ましい。多孔性電極は網状または籠状であっても良い。

- 陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y は、それぞれ不図示の陽極主ブスパー及び陰極主
ブスパーに接続されており、これら陽極主ブスパー及び陰極主ブスパーは図 1 に示
20 されている電源 34 に接続されている。該電源 34 と陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y とを含んで電気分解手段が構成される。

- 電源 34 は、直流を発生するものであればよく、通常のパルスな直流でもよいが、
その他の種々の波形の電流を使用することができる。この様な電解電流の波形は、
例えば、「電気化学」第 24 巻 398 ~ 403 頁、同 449 ~ 456 頁、1996
25 年 4 月 15 日全国鍍金材料組合連合会発行「めっき技術ガイド」378 ~ 385 頁、
昭和 58 年 6 月 15 日 (株) 広信社発行「表面技術総覧」301 ~ 302 頁、同 5
17 ~ 527 頁、同 1050 ~ 1053 頁、昭和 46 年 7 月 25 日日刊工業新聞社
発行「めっき技術便覧」365 ~ 369 頁、同 618 ~ 622 頁等に記載されてい
る。

本発明では、とりわけ、エネルギー効率の向上の観点から、パルス波形のうちの矩形波パルス波形のものを使用することが好ましい。この様な電源（電源装置）は、交流電圧から矩形波状電圧を作成することができるものであり、このような電源は例えばトランジスタを用いた整流回路を有するものであり、パルス電源装置として知られている。このような電源装置または整流器としては、トランジスタ調整式電源、ドロップ方式の電源、スイッチング電源、シリコン整流器、SCR型整流器、高周波型整流器、インバータデジタル制御方式の整流器（例えば（株）中央製作所製のPower Master）、（株）三社電機製作所製のKTSシリーズ、四国電機株式会社製のRCV電源、スイッチングレギュレータ式電源とトランジスタスイッチとからなりトランジスタスイッチがON-OFFすることで矩形波状のパルス電流を供給するもの、高周波スイッチング電源（交流をダイオードにて直流に変換した後にパワートランドスタで20～30KHzの高周波をトランスに加えて再度整流、平滑化し出力を取り出す）、PR式整流器、高周波制御方式の高速パルスPR電源（例えばHiPRシリーズ（（株）千代田）などが利用可能である。

陽極部材と陰極部材との間に印加する電圧は、通常の水の電気分解の場合と同様である。

電解液14は、電解質を含む水である。電解質としては、水溶性のアルカリ金属水酸化物（KOH、NaOHなど）またはアルカリ土類金属水酸化物（例えばBa(OH)₂、Mg(OH)₂、Ca(OH)₂など）、あるいは第4級アルキルアンモニウムなど、またリン酸や硫酸など、従来公知のものを使用することができる。これらの中でもKOHが好ましい。電解液中の電解質の含有量は、5～30%が好ましい。また、電解液のpHは、7～10であるのが好ましい。但し、NaClやHClのように電気分解によりハロゲンガスを発生するものは、大量に使用した場合の環境汚染防止の観点から使用を避けるのが好ましい。

図1～図3に示されている様に、電解槽10Aの上部には蓋部材10Bが付設されている。該蓋部材には、電解により発生する水素-酸素ガスを回収するための水素-酸素ガス取出口10B'が設けられている。該取出口10B'には、水素-酸素ガス採取管10B''が接続されている。これらの蓋部材10B及び水素-酸素ガス採取管10B''を含んで、水素-酸素ガス捕集手段が構成される。

この実施形態では、水素-酸素ガスは水素ガスと酸素ガスとの混合ガスとして回収されるが、水素ガスと酸素ガスとを別々に回収するためには、隔膜又は隔壁を使用して、陽極部材から発生する水素ガスと陰極部材から発生する酸素ガスとを混合しないように区分して採取すればよい。

- 5 電解槽 10 A 及び蓋部材 10 B の材質としては、例えばステンレススチール、銅、その他の金属あるいはポリカーボネート等の合成樹脂が例示される。尚、電解槽 10 A には、内部の電解液 14 のレベル調整のための配管 10 A' が接続されている。

- 振動攪拌手段 16 の振動棒 16 e は、蓋部材 10 B を上下方向に貫通して延びている。この貫通は、図 4 及び図 5 に示されている様に、蓋部材 10 B に設けられた
10 開口の内端縁に付された固定部材 10 D と振動棒 16 e の外面に付された固定部材 10 E との間をゴム板等のフレキシブル部材 10 C により気密にシールしたものとすることができる。あるいは、気密シールのための手段は、振動棒 16 e にサポートベアリングの内輪を取り付け、該サポートベアリングの外輪を蓋部材 10 B の開口の内端縁に取り付け、外輪に対して内輪を上下に適宜のストロークにわたって移動可能にしたものであっても良い。この様なストロークユニットとしては、THK
15 (株)製 NS-A 型 (商品名)、NS 型 (商品名)、NOK 社製オイルシール VC 型 (商品名)、SC 型 (商品名) が例示される。あるいは、蓋部材 10 B に設けられた開口に、振動棒 16 e が通過する部分のみ開口せるゴム板またはその積層体等の気密シール手段を取り付けてもよい。このシール手段としては例えば、ゴム、特
20 に変形性良好な軟らかいゴムが使用できる。振動棒の上下振動の振幅は、通常 20 mm 以下、好ましくは 10 mm 以下、特に好ましくは 5 mm 以下であり、その下限は例えば 0.1 mm 以上、好ましくは 0.5 mm 以上といった程度であるから、シール部材としてゴムなどを使用することで、追従が可能となり摩擦熱の発生も少なく良好な気密状態が実現される。

- 25 電解は、液温 20～100℃で、電流密度 7～40 A/dm² で行なうのが好ましい。電解により発生する水素-酸素ガスは、図 21 に示されて鑄る様に、ガス採取管 10 B'' に接続されたシールポット 10 B''' を経て取り出される。シールポット 10 B''' もガス捕集手段を構成する。図 22 は、ガス発生装置により回収された水素-酸素ガスを利用するガス燃焼装置の一例を示す図である。水素-酸素ガ

スは、所要の容量のガス溜め、除湿器及び炎止めタンクを経て燃焼ノズルへと供給される。

この燃焼装置は、航空機、自動車、船舶等の動力装置、発電装置、ガス切断機、ボイラー、その他への適用が可能である。

- 5 水素ガスと酸素ガスとの混合ガスは燃焼時の色が無色であるため、燃焼装置においては、火炎の状態を観察することが可能なように、炎止めタンク内にアルコール系溶剤を入れておき、これをガスに添加して火炎を着色させるようにしている。このアルコール系溶剤としてはメタノールからヘキサンまで各種のものが使用される。本発明により得られる水素-酸素ガスの燃焼の際には上記アルコール系溶剤の種類
- 10 によって火炎温度に大きな差があることが判明した。例えば、ヘキサンを使用すると火炎は大きくなりガスの使用量も少なくてよいが、火炎温度はメタノールに比較して著しく低い。実験によれば、0.5 mm厚のチタン板に火炎を当ててその熔融状態を観察したところ、ヘキサンを用いた場合には5分程度でようやく熔融したが、メタノールを用いた場合には3秒程度で熔融した。また、アルコール系溶剤の添加
- 15 量によっても火炎温度が大きく異なり、この添加量を低減することが火炎温度を向上させるのに有効であることが判明した。実験によれば、チタン板（40.0 x 20 x 0.5 mm）、タンタル部材（150 x 3 mmφ）及びタングステン板（120 x 15 x 0.8 mm）の燃焼試験において、アルコール系溶剤として、メタノール100%、メタノール50%：水50%及びメタノール25%：水75%を使用した場合の溶解（チタン、タンタル）または昇華（タングステン）に至る時間は次の
- 20 とおりであった。

	試料	溶剤（メタノール容積%）		
		100%	50%	25%
	チタン	4秒	3秒	1秒
25	タンタル	4秒	3秒	1秒
	タングステン	7秒	5秒	2秒

以上のように、炎止めタンク内に入れるアルコール系溶剤としては、メタノールが好ましく、しかもこれを水（純粋が好ましい）と混合し、メタノール容積%を10～35%とすることが望ましい。メタノール容積%を20%程度とすることで火

炎温度をより高くすることが出来る点では有利であるが、メタノール容積％を30％程度とすることで火炎の持続性を高めることが出来る点で有利である。

本発明により発生せしめられる水素－酸素ガスは、所謂ブラウンガスとして知られており、その燃焼に際して空気を必要とせず、従って、燃焼により窒素酸化物等の環境汚染物質を生成することがない。

図10は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、基台16aは、振動吸収部材41を介して電解槽10Aの上部に取り付けられた取り付け台40上に固定されている。また、取り付け台40には、垂直方向に上方へと延びた棒状のガイド部材43が固定されており、該ガイド部材43はコイルバネ16b内に位置している。振動モータ16dとそれを駆動するための電源136との間には、振動モータ16dの振動周波数を制御するためのトランジスタ・インバータ35が介在している。電源136は、例えば200Vである。このような振動モータ16dの駆動手段は、上記その他の本発明の実施形態においても使用することができる。

図11は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、振動部材16cに垂直方向に下方へと延びた棒状の上側ガイド部材144が固定されており、取り付け台40に垂直方向に上方へと延びた棒状の下側ガイド部材145が固定されており、これらガイド部材144、145はコイルバネ16b内に位置している。上側ガイド部材144の下端と下側ガイド部材145の上端との間には、振動部材16cの振動を許容するような適度の間隙が形成されている。

図12は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、振動モータ16dは、振動部材16の上側に付設された付加的振動部材16c'の下側に取り付けられている。また、振動棒16eは、電解槽10A内において分岐して2つの部分134とされており、これら2つのロッド部分134の間に振動羽根16fが掛け渡されて取り付けられている。

図13及び図14は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、最も下側の振動羽根16fが下向きに傾斜しており、その他の振動羽根16fが上向きに傾斜している。このようにすると、電解槽10Aの底部に近い部分の電解液14の振動攪拌を充分に行うことができ、電解槽底部に溜りが発生するのを防止することができる。また、振動羽根16fの全部を下向きに傾斜させることができる。

図 1 5 及び図 1 6 は本発明装置を構成する振動攪拌手段の電解槽への取り付けの他の形態を示す断面図であり、図 1 7 はその平面図である。図 1 5 及び図 1 6 はそれぞれ図 1 7 の X-X' 断面及び Y-Y' 断面に相当する。

この形態では、振動吸収部材として上記コイルバネ 1 6 b に代えてゴム板 2 と金属板 1, 1' との積層体 3 が用いられている。即ち、積層体 3 は、電解槽 1 0 A の上端縁部に固定された取り付け部材 1 1 8 に防振ゴム 1 1 2 を介して取り付けられた金属板 1' をボルト 1 3 1 により固定し、該金属板 1' 上にゴム板 2 を配置し、該ゴム板 2 上に金属板 1 を配置し、これらをボルト 1 1 6 及びナット 1 1 7 により一体化することで形成されている。

10 振動モータ 1 6 d は支持部材 1 1 5 を介してボルト 1 3 2 により金属板 1 に固定されている。また、振動棒 1 6 e の上端部はゴムリング 1 1 9 を介して積層体 3 特に金属板 1 とゴム板 2 とに取り付けられている。即ち、上側金属板 1 は図 1 その他に記載されている実施形態の振動部材 1 6 c の機能をも発揮するものであり、下側金属板 1' は図 1 その他に記載されている実施形態の基台 1 6 a の機能をも発揮するものである。そして、これら金属板 1, 1' を含む積層体 3 (主としてゴム板 2) が図 1 その他に記載されているコイルバネ 1 6 b と同様な振動吸収機能を発揮する。

図 1 8 A ~ 1 8 C は積層体 3 の平面図を示す。図 1 5 ~ 1 7 の形態に対応する図 1 8 A の例では、積層体 3 には振動棒 1 6 e を通すための貫通孔 5 が形成されている。また、図 1 8 B の例では、積層体 3 は貫通孔 5 を通る分割線により 2 分割された 2 つの部分 3 a, 3 b からなり、これによれば装置組立の際に振動棒 1 6 e を容易に通すことができる。また、図 1 8 C の例では、積層体 3 は、電解槽 1 0 A の上端縁部に対応する環形状をなしており、中央部に開口 6 が形成されている。

図 1 8 A, 1 8 B の例では、電解槽 1 0 A の上部が積層体 3 により塞がれ、これにより上記の蓋部材 1 0 B と同等の機能が発揮される。

図 1 9 A, 1 9 B は、このような積層体 3 による電解槽の閉塞 (シール) の様子を示す断面図である。図 1 9 A の形態では、ゴム板 2 が貫通孔 5 において振動棒 1 6 e に当接してシールがなされる。また、図 1 9 B の形態では、積層体 3 の開口部 6 において該積層体 3 と振動棒 1 6 e とに取り付けられこれらの間の空隙を塞ぐフ

レキシブルシール部材 136' が設けられている。

図 20A~20E に振動吸収部材としての積層体 3 の例を示す。図 20B の例は上記図 15~17 の実施形態のものである。図 20A の例では、積層体 3 は金属板 1 とゴム板 2 とからなる。図 20C の例では、積層体 3 は上側金属板 1 と上側ゴム板 2 と下側金属板 1' と下側ゴム板 2' とからなる。図 20D の例では、積層体 3 は上側金属板 1 と上側ゴム板 2 と中間金属板 1'' と下側ゴム板 2' と下側金属板 1' とからなる。積層体 3 における金属板やゴム板の数は、例えば 1~5 とすることができる。尚、本発明においては、ゴム板のみから振動吸収部材を構成することも可能である。

- 10 金属板 1, 1', 1'' の材質としては、ステンレス鋼、鉄、銅、アルミニウム、その他適宜の合金を使用することができる。金属板の厚さは、例えば 10~40 mm である。但し、積層体以外の部材に対して直接固定されない金属板（例えば上記中間金属板 1''）は 0.3~10 mm と薄くすることができる。

- 15 ゴム板 2, 2' の材質としては、合成ゴム又は天然ゴムの加硫物を使用することができ、JIS K 6386 で規定される防振ゴムが好ましく、更に特に静的剪断弾性率 $4 \sim 22 \text{ kgf/cm}^2$ 好ましくは $5 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ 、伸び 250% 以上のものが好ましい。合成ゴムとしては、クロロプレンゴム、ニトリルゴム、ニトリルクロロプレンゴム、スチレンクロロプレンゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム、イソプレンゴム、エチレンプロピレンジエン共重合体ゴム、エ
20 ピクロルヒドリン系ゴム、アルキレンオキシド系ゴム、フッ素系ゴム、シリコーン系ゴム、ウレタン系ゴム、多硫化ゴム、フォスファゼンフッ素ゴムを例示することができる。ゴム板の厚さは、例えば 5~60 mm である。

- 図 20E の例では、積層体 3 は上側金属板 1 とゴム板 2 と下側金属板 1' ととなり、ゴム板 2 が上側ソリッドゴム層 2a とスポンジゴム層 2b と下側ソリッド
25 ゴム層 2c とからなる。下側ソリッドゴム層 2a, 2c のうち的一方を除去してもよいし、更に複数のソリッドゴム層と複数のスポンジゴム層とを積層したものであってもよい。

図 23 は、振動撹拌手段 16 の変形例を示す図である。この例では、振動モータ 16d が電解槽 10A の側方に位置しており、振動部材 16c が電解槽 10A の上

方へと水平に延びている。そして、該振動部材 16 c に振動棒 16 c が取り付けられている。この構成によれば、電解槽 10 A に対する上記蓋部材 10 B の着脱が容易になる。尚、図 23 には電解槽 10 A の一側方に位置する振動攪拌手段 16 のみが示されているが、電解槽 10 A の両側方に振動攪拌手段 16 を配置してもよい。

- 5 また、本発明は、陽極と陰極との間に水素と酸素とを分離する隔膜を配置して、水素と酸素とを分離した形態で発生させる方式の電解によるガス発生装置にも適用することができる。この様な方式のガス発生装置については、例えば、M. Yamaguchi らの “Development of 2500 cm² Solid Polymer Electrolyte Water Electrolyzer in WE-NET” と題する報文に記載がある。

10 以上の実施形態においては、陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方の表面に対向するように振動攪拌手段の振動攪拌部材を配置することで、陽極部材または陰極部材が 1 つであっても、その高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

- 15 図 24～図 26 は本発明による水素－酸素ガス発生方法の実施される水素－酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 24～図 25 は断面図であり、図 26 は平面図である。

20 本実施形態においては、振動攪拌手段として絶縁式のものを用いている。即ち、絶縁式振動攪拌部材として、振動部材 16 c に上端を取り付けられた振動棒上部分 16 e' と、該振動棒上部分の下方に絶縁領域 16 e'' を介して取り付けられた振動棒下部分 16 e とを含んでなる振動棒を使用している。

- 25 振動モータ 16 d とそれを駆動するための不図示の電源（例えば 200 V）との間には、振動モータ 16 d の振動周波数を制御するためのトランジスタ・インバータが介在している。このような振動モータ 16 d の駆動手段は、その他の本発明の実施形態においても使用することができる。振動モータ 16 d は、インバータを用いた制御により、上記実施形態と同様に 10～500 Hz で振動する。振動モータ 16 d で発生した振動は、振動部材 16 c 及び振動棒（16 e, 16 e', 16 e''）を介して振動羽根 16 f に伝達される。なお、以下の説明において、簡単化のために、振動棒の符号を 16 e のみで代表させて用いる。

図 2 7 は、振動棒の電氣的絶縁領域 1 6 e'' の近傍を示す部分拡大断面図である。また、図 2 8 は電氣的絶縁領域 1 6 e'' の斜視図を示し、図 2 9 はその平面図を示す。

電氣的絶縁領域 1 6 e'' は、例えば合成樹脂またはゴムで形成することができる。

- 5 電氣的絶縁領域 1 6 e'' は、振動棒を構成するものであるから、振動により破損せず、振動モータの振動を効率よく伝達でき、十分な絶縁性を発揮する材料を選択するのが好ましい。この様な観点から硬質ゴムが最も好ましい。その一例としては、硬質ポリウレタンゴムを挙げることができる。なお、このような絶縁材料のみからなる部材では強度的に不十分である場合には、絶縁性を損なわない範囲で、絶縁部
- 10 材のみからなる部材の周囲などを例えば金属などで補強して、所要の機械的強度を得ることができる。

- 絶縁領域 1 6 e'' は、具体的には、例えば、図示される様な硬質ゴム製の円柱状絶縁部材（多角形状等形状は任意）よりなり、その中央の上部分及び下部分に、振動棒上部分 1 6 e' 及び振動棒下部分 1 6 e をそれぞれ嵌合させるための嵌合用穴
- 15 1 2 4, 1 2 5 が設けられている。これらの嵌合用穴は上下には貫通しておらず、そのため、これら嵌合用穴の間の非貫通部分は絶縁部として機能する。

- 上下の嵌合用穴を貫通させた場合には、振動棒上部分 1 6 e' と振動棒下部分 1 6 e とが接触しないように、上記非貫通部分に対応する箇所に絶縁材料を充填するか、絶縁に十分な程度の空間を設ける。円柱状絶縁部材の嵌合用穴 1 2 4, 1 2 5
- 20 は、振動棒上部分 1 6 e' と振動棒下部分 1 6 e の接合のために機能する。接合は、ネジ止め（たとえば、図示されている様に、振動棒上部分 1 6 e' の下端部と振動棒下部分 1 6 e の上端部とに雄ネジを切り、嵌合用穴 1 2 4, 1 2 5 に雌ネジを切
- 25 って、両者を結合させ、必要に応じて更にその上にワッシャーリングを当て、ビス止めする）でもよいし、接着剤による接合でもよい。いずれにしても、これらの部分の構造は、本発明の目的を達成できれば、その他のいかなる構造であってもよい。

たとえば、振動棒の直径が 1 3 mm の場合には、絶縁領域 1 6 e'' は、長さ（高さ）L が例えば 1 0 0 mm であり、外径 r_2 が例えば 4 0 mm であり、嵌合用穴 1 2 4, 1 2 5 の内径 r_2 が 1 3 mm である。

図 2 7 及び図 2 4 ~ 図 2 5 に示されている様に、振動棒下部分 1 6 e の上部には、

絶縁領域 1 6 e” の直下にて通電線 1 2 7 が接続されている。通電線 1 2 7 は電源 3 4 に接続されている。ここで、図 1 に示されているように、一方の絶縁式振動攪拌手段 1 6（陽極部材 2 x に近接する方）の通電線 1 2 7 は電源の正極に接続されており、他方の絶縁式振動攪拌手段 1 6（陰極部材 2 y に近接する方）の通電線 1 2 7 は電源の負極に接続されている。陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y は、それぞれ図 2 6 に示される陽極主ブスバー 2 0 1 及び陰極主ブスバー 2 0 2 を介して電源 3 4 に接続されている。

振動棒下部分 1 6 e、固定部材 1 6 j 及び振動羽根 1 6 f は導電性部材例えば金属からなる。これにより、一方の絶縁式振動攪拌手段の振動棒下部分 1 6 e、固定部材 1 6 j 及び振動羽根 1 6 f をも陽極部材として利用し、他方の絶縁式振動攪拌手段の振動棒下部分 1 6 e、固定部材 1 6 j 及び振動羽根 1 6 f をも陰極部材として利用して通電し、電気分解を行うことが出来る。更には、陽極部材及び陰極部材のうちの少なくとも一方を除去して、電気分解を行うことも可能である。

本実施形態のように、振動羽根 1 6 f を陽極部材または陰極部材として利用する際には、特にこれらとは別の陽極部材または陰極部材を使用しない場合のように電極面積が不足する時には、出来るだけ振動羽根の面積を増加させるのが好ましい。そのためには、振動羽根の長さは、第 2 回目のピークを示す長さ L_2 または第 3 回目のピークを示す長さ L_3 を選択することが好ましい。

本実施形態では、絶縁式振動攪拌手段により電解液を振動攪拌しながら電気分解を行うので、非絶縁式の振動攪拌手段を用いた場合と同様に、陽極部材と陰極部材との間の距離を例えば 2 0 ~ 4 0 0 mm としてもショートすることなく電解処理を行なうことができる。

陽極部材 2 x の材料としては、上記実施形態で説明したものや、Pt、Pt 合金、Pt 族金属、合金被覆を有するもの、Ni、Ni 合金、Fe、Fe 合金、炭素鋼、ステンレス鋼等が挙げられる。

本実施形態においては、振動棒上部分 1 6 e' は絶縁領域 1 6 e” により振動棒下部分 1 6 e とは電氣的に絶縁されているので、振動棒下部分 1 6 e を介する通電の影響が振動モータ 1 6 d へと及ぶことはない。更に、本実施形態では、絶縁領域 1 6 e” が熱絶縁性をも有するので、振動棒上部分 1 6 e” は振動棒下部分 1 6 e

とは熱的にも絶縁され、電解液 1 4 の温度の影響が振動モータ 1 6 d へと及ぶことは少ない。

また、本実施形態の装置において、絶縁式振動攪拌手段の振動羽根を陽極部材又は陰極部材として用いずに電気分解を行なう場合においても、絶縁領域 1 6 e” が存在するので、電解液 1 4 内の通電の影響が振動モータ 1 6 d へと及ぶことがないという利点がある。

図 3 0 は、絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態を示す側面図である。この実施形態は、振動棒下部分 1 6 e に、振動羽根 1 6 f の他にこれと交互に配置された電極用補助羽根 1 6 f’ を取り付けたことが、図 2 4 ～図 2 6 の実施形態と異なる。電極用補助羽根 1 6 f’ は、導電性を有しており、振動棒下部分 1 6 e と電氣的に接続されていて、電解液 1 4 に対する通電の際の一方の電極として機能し、従って振動攪拌の機能は必須ではない。電極用補助羽根 1 6 f’ を使用する目的は電極面積の増加と当該電極と反対側の電極との間隔の低減とにあるので、電極用補助羽根 1 6 f’ の大きさ（面積）は振動羽根 1 6 f より大きいほうが好ましく、また図示されている様に、補助羽根 1 6 f’ の先端縁（右端縁）は振動羽根 1 6 f の先端縁（右端縁）より更に右方へと突出しているのが好ましい。

電極用補助羽根 1 6 f’ は、振動羽根と振動羽根との中間に位置する様に振動棒に取り付けるのが好ましいが、必ずしもこれに限定されることはなく、振動攪拌の効果を著しく低減させない限りは、上下一方の振動羽根に近接して配置することも可能である。振動棒下部分 1 6 e への電極用補助羽根 1 6 f’ の取り付けは、振動羽根 1 6 f の取り付けと同様にして行なうことができる。

電極用補助羽根 1 6 f’ の材質としては、電極として使用され得るものであればよいが、振動棒の振動に従って振動するものであるから、振動に耐え得ることが要求され、例えば振動羽根として使用可能な導電体例えば金属例えばチタン（表面に白金めっきを施すことができる）またはステンレス（表面に白金めっきを施すことができる）を使用することができる。尚、電極用補助羽根 1 6 f’ を使用する場合には、振動羽根 1 6 f は必ずしも導電性材料からなる必要はなく、合成樹脂製のものをすることも可能である。

図 3 1 及び図 3 2 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態を示す断面図である。本

実施形態では、2つの振動棒にわたって各振動羽根が取り付けられている。

図33は振動羽根16fの近傍を示す断面図である。振動羽根16fは固定部材16jからはみ出した部分が振動流動の発生に寄与するのであり、このはみ出した部分は幅 D_1 で長さ D_2 である。本実施形態では、複数の振動棒にわたって各振
5 動羽根が取り付けられているので、各振動羽根の面積を十分大きくとることができる。かくして、大きな振動流動を得ることができ、また電極として使用される面積を大きくすることが可能である。

本実施形態においては、図示はしないが、図24～図26に関し説明した様な電気分解手段の電源34が使用される。本実施形態においても、図30の実施形態と
10 同様に、電極用補助羽根を使用することができる。

図35は絶縁式振動攪拌手段の実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態の絶縁式振動攪拌手段16においては、振動モータ16dは、電解槽10A外に配置されていて、振動部材16cが電解槽10Aの方へと延びている。本実施形態においても、図示はしないが、図24～図26に関し説明した様な電気分解手段の電
15 源34が使用される。本実施形態においても、図30の実施形態と同様に、電極用補助羽根を使用することができる。また、図では絶縁式振動攪拌手段が電解槽の片側にのみ配置されているが、もう一方の側にも同様な絶縁式振動攪拌手段を配置することが可能である。

図36は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態を示す断面図である。本実施形態で
20 は、図35の実施形態と同様な振動モータ16d、振動部材16c、振動棒上部分16e'及び絶縁領域16e"の組が、電解槽14の両側に配置されている。そして、振動棒下部分16eは、コの子形状をなしており、その2つの垂直部分が2つの絶縁領域16e"にそれぞれ対応して配置されている。これら2つの垂直部分の上端がそれぞれ絶縁領域16e"を介して2つの振動棒上部分16e'にそれぞれ
25 接続されている。振動羽根16fは、振動棒下部分16eの水平部分にほぼ垂直に取り付けられている。図では振動羽根16fは上方に突出しているが、下方に突出していてもよい。また、振動羽根16fは垂直方向に対して傾斜をもって配置されてもよいことは上記と同様である。

図示されている絶縁式振動攪拌手段の上方突出の振動羽根を陽極部材として使用

し、他の絶縁式振動攪拌手段の下方突出の振動羽根を陰極部材として使用して、電解処理を行うことが出来る。この場合、後述の図40に関し説明するように、双方の絶縁式振動攪拌手段の振動はね同士を互いに入り組んだ形態とすることが可能である。

- 5 本実施形態のように、本発明においては、振動棒は必ずしも上下方向を向いて配置される必要はなく、電解槽の形状などに応じて適宜の形状及び配置のものを使用することが出来る。

本実施形態においても、図示はしないが、図24～図26に関し説明した様な電気分解手段の電源34が使用される。本実施形態においても、図30の実施形態と同様に、電極用補助羽根を使用することができる。

図37～図39は本発明による水素-酸素ガス発生方法の実施される水素-酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図37～図38は断面図であり、図39は平面図である。本実施形態は、図24～図26の実施形態において電極用補助羽根16f'を追加使用したものに相当する。

- 15 図40～図41は本発明による水素-酸素ガス発生方法の実施される水素-酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図40は部分断面図であり、図41は断面図である。

本実施形態では、2つの絶縁式振動攪拌手段が電解槽10A内に配置されており、一方の絶縁式振動攪拌手段の隣接する電極用補助羽根16f'どうしの間に他方の絶縁式振動攪拌手段の電極用補助羽根16f'が位置している。これにより、2つの絶縁式振動攪拌手段の一方を陽極側として使用し且つ他方を陰極側として使用することで、大面積の陽極部材と陰極部材とを互いに近接して配置することができ、電流密度を著しく向上させることができる。このような非接触で互いに入り組んだ形態での陽極部材と陰極部材との配置は、2つの絶縁式振動攪拌手段の振動羽根同士でも同様にして行うことが出来る。

本実施形態においては、互いに上下方向に近接して配置される陽極部材（振動羽根または電極用補助羽根）と陰極部材（振動羽根または電極用補助羽根）との距離を例えば5～50mmとすることができる。

本実施形態においては、2つの絶縁式振動攪拌手段の電極用補助羽根16f'ど

うしが接触してショートするのを防止するために、図 3 4 に示す様に、電極用補助羽根 1 6 f' の両面の外周部等を絶縁テープ 1 6 f a などの貼付や絶縁塗料の塗布などにより絶縁部とすることが好ましい。電極部材として使用する振動羽根 1 6 f 同士を同様に互い違いに配置することも可能であり、その場合にも同様な絶縁部を形成することが出来る。或いは、同様な絶縁効果を得るために、同等の形状を有するプラスチック製絶縁板を配置してもよい。

図 4 2 ~ 図 4 4 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す模式図である。これらの例では、共通の振動部材 1 6 c に複数の振動棒が接続されている。各振動棒下部分 1 6 e に接続される通電線 1 2 7 は、それぞれ電源の図示される極に接続されるが、これに限定されることはなく、適宜変更してもよい。

以上の実施形態においては、絶縁式振動攪拌部材の一部（例えば、振動羽根、電極用補助羽根）を陽極部材または陰極部材として使用することで、絶縁式振動攪拌部材以外の陽極部材または陰極部材がなくとも、その高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

図 4 5 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態の構成を示す部分断面図であり、図 4 6 はその部分側面図である。

本実施形態では、2つの振動棒下部分 1 6 e を機械的に接続する様に取り付けられている振動羽根 1 6 e 及び固定部材 1 6 j を2つの群に区分し、第1の群を一方の振動棒下部分 1 6 e と電氣的に接続させ、第2の群を他方の振動棒下部分 1 6 e と電氣的に接続させ、これら2つの群の間で電圧を印加することで、電解液 1 4 に通電し電解処理を行なう様にしている。

即ち、図 4 5 において、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j は、右側の振動棒下部分 1 6 とは電氣的に接続されているが、左側の振動棒下部分 1 6 とは絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t を介して取り付けられることで電氣的に絶縁されている。一方、上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j は、左側の振動棒下部分 1 6 とは電氣的に接続されているが、右側の振動棒下部分 1 6 とは絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t を介して取り付けられることで電氣的に絶縁されている。かくして、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j を第1の群とし、上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1

6 j を第 2 の群とし、左側の振動棒下部分 1 6 に接続されている通電線 1 2 7 と右側の振動棒下部分 1 6 に接続されている通電線 1 2 7 との間に不図示の処理用電源により所要の電圧を印加することで、第 1 の群（陽極部材）と第 2 の群（陰極部材）との間で電解液 1 4 に通電することができる。尚、図 4 6 では絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t の図示が省略されている。

本実施形態においては、絶縁領域 1 6 e'' は振動棒 1 6 e と振動発生手段を構成する振動部材 1 6 c との間に設けられている。即ち、ここでは、絶縁領域 1 6 e'' が、上記実施形態における振動部材 1 6 c への振動棒 1 6 e の取り付け部 1 1 1 の機能を兼ねている。

10 本実施形態においては、陽極側となる振動羽根 1 6 f としてはチタンの表面に白金めっきを施したものが好ましく用いられ、陰極側となる振動羽根 1 6 f としてはチタンが好ましく用いられる。

本実施形態によれば、絶縁式振動攪拌手段に対する給電のみで電解処理が可能となるので、装置をコンパクトなものとすることができる。また、振動羽根 1 6 f を
15 陽極部材及び陰極部材のそれぞれとして兼用しているのも、この点からも装置のコンパクト化がなされている。

図 4 7 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態の構成を示す部分側面図である。

本実施形態では、図 4 5 及び図 4 6 の実施形態における上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f に代えて陽極部材 1 6 f'' を使用している。この陽極部材 1 6 f'' は、
20 振動攪拌には寄与せず、図の右側にのみ延びている。陽極部材 1 6 f'' としては、例えばチタン製ラス網（表面に白金めっきを施したもの）が好ましく用いられる。一方、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f に対してスペーサ 1 6 u を介して陰極部材 1 6 f'' ' を追加している。この陰極部材 1 6 f'' ' も、振動攪拌には寄与せず、図の右側にのみ延びている。陰極部材 1 6 f'' ' としては、例えばチタン板が好ま
25 しく用いられる。尚、陰極部材の場合と同様に、陽極部材とともに振動羽根を取り付けてもよい。

本実施形態では、振動羽根 1 6 f とは別に電極部材としての陽極部材 1 6 f'' 及び陰極部材 1 6 f'' ' を使用しているのも、電極材料の選択の自由度が増加する。

図 4 8 は本発明による水素－酸素ガス発生方法の実施される水素－酸素ガス発生

装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態は、図 4 5～図 4 6 の絶縁式振動攪拌手段を 2 つ使用したものである。

- 5 以上の実施形態においては、絶縁式振動攪拌部材に陽極部材及び陰極部材の双方を取り付けて、これらの間で電解液を介して通電することで電解処理を行うので、装置の小型化が可能であり、更にその高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

- 10 図 4 9～図 5 0 は本発明による水素－酸素ガス発生方法の実施される水素－酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態では、振動攪拌手段として非絶縁式のものが用いられており、陽極部材及び陰極部材からなる電極対として、図 4 5～図 4 6 の絶縁式振動攪拌手段と類似の構成体を使用したものである。即ち、上下方向に互いに平行に配列された 2 本の導電性棒状体 1 1 6 e に、陽極部材 1 1 6 f” 及び陰極部材 1 1 6 f” ’ を図 4 5～図 4 6 の絶縁式振動攪拌手段の第 1 群の振動羽根及び第 2 群の振動羽根の場合と同様にして取り付け、各導電性棒状体 1 1 6 e を電源の正極及び負極の所要のものに接続している。

- 15 図 5 1 及び図 5 2 は本発明による水素－酸素ガス発生方法の実施される水素－酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態では、絶縁式振動攪拌手段 1 6 の振動羽根 1 6 f を陰極部材として使用し、陽極部材 8 6 として、図 5 3 に示される円柱状チタン網ケース内に複数の金属製ボール（ニッケルボール、銅ボールなど）を充填したものを使用し、これを水平方向に保持したものをを用いて
20 いる。陽極部材 8 4 の保持手段 8 2 は例えば陽極ブスパーである。

陽極部材 8 4 としては、例えばチタン製ラス網（表面に白金めっきを施したものが好ましい）からなるものを使用することが出来る。図 5 4 にラス網陽極部材の正面図を示す。上部に吊下げ用の孔が 2 つ設けられており、中央部から下部にかけて網状部とされており、この網状部が電解液中に浸漬される。

- 25 図 5 5 A～図 5 5 E は、振動発生手段と振動攪拌部材との接続形態の例を示す模式図である。図 5 5 A の例では、振動発生手段の振動部材 1 6 c に直接振動攪拌部材の振動棒 1 6 e が接続されている。これに対して、図 5 5 B～図 5 5 E の例では、振動部材 1 6 c に中間部材 1 6 c c が取り付けられており、該中間部材 1 6 c c に振動棒 1 6 e が接続されている。

以上の実施形態で述べた振動攪拌手段及び絶縁式振動攪拌手段の各部の構成は、絶縁式振動攪拌手段のものが所要の絶縁性及び所要の導電性を要求されることを除けば、互いに他のものへの転用が可能である。

以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらにより何ら限定されるものではない。

[実施例 1]

図 4 0 ～ 4 1 に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素－酸素ガスを発生させた。

電解槽：

10 ステンレススチール（S U S 3 0 4）製（内面に厚さ 2 mm の耐熱性塩化ビニル樹脂貼付）

7 4 0 mm × 2 1 0 0 mm × 7 0 0 mm（H）

蓋部材：

ステンレススチール（S U S 3 0 4）製、図 4 及び図 5 のシール構造を採用
15 絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：（株）村上精機製作所製、4 0 0 W × 3 相 × 2 0 0 V、6 台
インバーターにより 4 0 H z で駆動

振動羽根：チタン製、6 枚、

図 3 4 のようにポリテトラフルオロエチレン製絶縁テープを貼付
20 極間距離：双方の絶縁式振動攪拌手段の隣接電極用補助羽根同士の間隔を
2 0 mm に設定

電解液：蒸留水中に電解質 K O H を 8 重量 % 添加したもの、温度 5 5 ℃

陽極－陰極間の印加電圧：1 . 5 V（直流）

電流密度：3 0 A / d m²

25 水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを燃焼させたところ、1 5 0 mm 程度の長さの細い火炎が形成された（炎止めタンク内の溶剤としてメチルアルコールを用いた）。タングステン棒が約 2 秒で白煙を上げて気化し、棒に穴があいた。3 0 0 0 ～ 4 0 0 0 ℃ の火炎が得られているものと推定される。

本実施例で得られた混合ガスは爆発（爆鳴）を伴わずに、安全に使用出来るところに特長がある。また、長時間の火炎の発生の継続が可能である。なお、火炎を停止すると、爆縮し、燃焼装置のノズル内部が真空になるため、音が発生する。

本実施例で得られる混合ガスは、従来のブラウンガスまたは前記日本国登録実用
5 新案 2 記載のガスとは異なり、燃焼により形成される火炎を溶接に無公害にて使用することが出来、工業的に十分に利用可能であることがわかった。従来の水素ボンベ及び酸素ボンベからの混合ガスと比較すると、燃焼温度（火炎温度）が向上し、エネルギー発生量が優れていた。従って、実用装置として好適に使用可能であることがわかった。

10 [実施例 2]

図 3 7 ~ 3 9 に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

 電解槽：

 ステンレススチール（SUS 304）製（内面に耐熱性塩化ビニル樹脂被覆
15 プラスチック仕上げ）

 400 mm × 700 mm × 550 mm（H）

 蓋部材：

 ステンレススチール（SUS 304）製、図 4 及び図 5 のシール構造を採用
絶縁式振動攪拌手段：

20 振動モータ：150 W × 3 相 × 200 V、2 軸タイプ、2 台

 インバーターにより 40 Hz で駆動

 振動羽根：チタン製、6 枚、図 3 3 の寸法 $D_2 = 55 \text{ mm}$

 電極用補助羽根：チタン製、2 枚（最上部及び最下部にのみ使用）、

 図 3 3 の寸法 $D_2 = 150 \text{ mm}$

25 陽極部材及び陰極部材：

 図 5 4 のチタン製ラス網電極（厚さ 3.0 mm、ラス部厚さ 1.5 mm、

 網目の対角線長さ：一方 10 mm、他方 20 mm）

 極間距離：チタン製ラス網電極間を 20 mm に設定（互いに平行）

 電極部材の面積が小さいのを電極用補助羽根の表面積で補っている

電解液：蒸留水中に電解質KOHを25重量%添加したもの、温度55℃

陽極－陰極間の印加電圧：1.4V（直流）

電流密度：20A/dm²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

- 5 得られた混合ガスを燃焼させたところ、100mm程度の長さの細い火炎が形成された。タングステン棒が白煙を上げて気化し、棒に穴があいた。3000℃程度の火炎が得られているものと推定される。

本実施例で得られた混合ガスは爆発（爆鳴）を伴わずに、安全に使用出来るところに特長がある。また、長時間の火炎の発生の継続が可能である。なお、火炎を停

- 10 止すると、爆縮し、燃焼装置のノズル内部が真空になるため、音が発生する。

本実施例において、装置の中央（陽極部材と陰極部材との中間）に隔膜を配置して、陽極部材側及び陰極部材側で別々にガスを捕集すると、水素ガスと酸素ガスとを別々に得ることが出来る。これを混合させることで、実施例1と同様な混合ガスとして使用することが出来る。但し、最初から分離せずに混合ガスとして捕集した

- 15 方が燃焼時の火力が勝っていた。

〔実施例3〕

図24～26に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素－酸素ガスを発生させた。

電解槽：

- 20 ステンレススチール製（内面に厚さ2mmの耐熱性塩化ビニル樹脂貼付）
740mm×2100mm×700mm（H）

蓋部材：

ステンレススチール（SUS304）製、図4及び図5のシール構造を採用
絶縁式振動攪拌手段：

- 25 振動モータ：（株）村上精機製作所製、400W×3相×200V、6台
インバーターにより40Hzで駆動

振動羽根：チタン製（陽極部材または陰極部材を兼用）、6枚

陽極部材及び陰極部材：

図53の円柱状チタン網製ケース（籠体）電極を積み重ねたもの

電解液：蒸留水中に電解質KOHを25重量%添加したもの、温度55℃

陽極－陰極間の印加電圧：1.4V（直流）

電流密度：20A/dm²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

- 5 得られた混合ガスを燃焼させたところ、実施例2と同様に細い火炎が形成された。
3000℃程度の火炎を定常的に得ることが出来た。

- 本実施例において、装置の中央（陽極部材と陰極部材との中間）に隔膜を配置して、陽極部材側及び陰極部材側で別々にガスを捕集すると、水素ガスと酸素ガスとを別々に得ることが出来、別々に燃焼に使用することが出来るが、これを混合させることで、実施例1と同様な混合ガスとして爆発の危険性なく安全に溶接に使用することが出来る。
- 10

[実施例4]

図30に関し説明したタイプの装置を用いて、以下の条件で水素－酸素ガスを発生させた。

- 15 電解槽：

ステンレススチール製（内面にプラスチックコート）

700mm×300mm×350mm（H）

蓋部材：

図16，17，18，19B，20Aに関し説明したもの、図4及び図5の

- 20 シール構造を採用

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：（株）村上精機製作所製、750W×3相×200V

インバーターにより40Hzで駆動

振動羽根：チタン製（陽極部材または陰極部材を兼用）、5枚、

- 25 図8の $\alpha = 15^\circ$

振動棒：チタン合金製、直径16mm

振動羽根用固定部材：チタン製

弾性部材シート（図8における16p）：テフロン（登録商標）シート

電解液：蒸留水中に電解質KOHを30重量%添加したもの、温度55℃

陽極－陰極間の印加電圧：2.7 V（直流）

電流密度：20 A/dm²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを図22の燃焼装置（溶剤としてメタノールを使用）を使用して、

- 5 燃焼させたところ、着色した100 mm程度の細長い火炎が形成された。チタン棒に穴をあけることができ、推定3000℃程度の火炎による溶接への利用が可能であった。

〔実施例5〕

図49～50に関し説明した装置（但し、振動攪拌手段は絶縁式のものとした）

- 10 を用いて、以下の条件で水素－酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール製（内面塩化ビニール被覆）、厚さ6 mm

320 mm×220 mm×440 mm（H）

蓋部材：

- 15 ステンレススチール製製、図4及び図5のシール構造を採用

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：安川電機（株）製、75 W×3相×200 V

インバーターにより45 Hzで駆動

振動羽根：ステンレス製、下向き1枚、上向き3枚、図8の $\alpha = \pm 15^\circ$

- 20 電極対：

陽極部材：白金板、8枚

陰極部材：ステンレススチール板、9枚

振動攪拌部材からの距離：25 mm

電解液：蒸留水中に電解質KOHを20重量%添加したもの、常温

- 25 陽極－陰極間の印加電圧：4 V（直流）

電流：100 A

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを、図22の燃焼装置（シールポットの溶剤としてメタノール使用）を用いて燃焼させたところ、チタン板（400 x 20 x 0.5 mm）、タン

タル部材（150×3mmφ）及びタングステン板（120×15×0.8mm）をいずれも数秒で溶解（チタン、タンタル）または昇華（タングステン）させることが出来た。これにより推定すると約7000～8000℃の高温の火炎が安定して長時間得られた。

5 [実施例6]

図47に関し説明した振動攪拌手段を用いて、以下の条件で水素－酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール製（内面塩化ビニール被覆）

10 750mm×500mm×500mm（H）

蓋部材：

ステンレススチール製、図4及び図5のシール構造を採用

振動攪拌手段：

振動モータ：安川電機（株）製、250W×3相×200V

15 インバーターにより50Hzで駆動

振動羽根：ステンレス製

陽極部材：チタン板

陰極部材：白金めっきチタン板

電解液：蒸留水中に電解質KOHを15重量％添加したもの、60℃

20 陽極－陰極間の印加電圧：1.5V（直流）

電流密度：20A/dm²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを用いて、3000℃程度で容易に金属溶接を行うことが出来た。これにより推定すると約7000～8000℃の高温の火炎が得られた。

25 本実施例によれば、水素－酸素ガス発生装置の小型化及び軽量化ができた。

産業上の利用可能性

（1）驚くべきことに、振動攪拌手段または絶縁式振動攪拌手段を併用すると、陽極部材と陰極部材との間隔を20mm以下にしても電解が良好に行なわれ、特に

30 陽極部材及び陰極部材に対して高い均一性と高い流速とをもって電解液が接触する

ので、電気分解に必要なイオン供給が十分となり、結果として高電流密度が可能となり水素－酸素ガスの発生効率を大幅に向上させることができ、また高速電解が可能となる。

- (2) 電極間の間隔を低減することが可能になったことに伴い、1つのガス発生装置あたりの水素－酸素ガスの発生量を大幅に向上させることができる。

- (3) ガス発生効率を大幅に向上させることが可能になったことに伴い、陽極部材及び陰極部材の数を大幅に低減しても、十分なガス発生量を得ることが出来、装置の小型化が可能である。特に、絶縁式振動攪拌手段を用いたものでは、振動羽根や電極用補助羽根を陽極部材または陰極部材として兼用できるので、一層の装置の小型化が可能である。

(4) 振動攪拌手段または絶縁式振動攪拌手段の使用により、電解液中での水素－酸素ガスの泡立ちがなく、電気抵抗が大きくなることはない。これは、本発明により得られる水素－酸素ガスが極めて高純度であり且つ H_2 や O_2 になる以前の発生期の水素や酸素に近い状態にあるためと推測される。

- (5) 本発明の装置は、深夜の安い電力を利用して、水素－酸素ガスを作り、これを貯蔵することにより、大需要に対する弾力的対応が可能である。電解の電源として直流パルス波形のものをを用いれば、一層電力の節約になる。

(6) 本発明の装置は、安全で危険のないカセットコンロの燃料供給源とすることができる。

- (7) 本発明の装置により得られたガスを使用して、従来の蓄熱冷暖房よりも優れた冷暖房装置を提供することができる。

- (8) 本発明の装置により発生するガスを用いて、小型、中型、大型の都市ゴミや産業廃棄物の焼却炉の燃焼を行なうことができ、これによれば無公害焼却が可能であるとともに経済性が高い。とくに、本発明の装置により発生するガスを用いたゴミ焼却では、燃焼の立ち上がり時点から高温燃焼が可能となり、塩素などのハロゲン系廃棄物を燃焼させても、ダイオキシンなどは発生しない。

(9) 本発明の装置によれば、ボイラーやガスタービン等への燃料供給が可能である。

(10) 本発明の装置は、それより発生するガスの燃焼により生ずる成分は水の

みであるから、安全で無公害のクリーンなガス発生装置として有用である。

(11) 船舶の燃料製造装置としても有用である。

(12) 必要に応じて、その都度所要比量のガスを発生させることが出来るので、
實際上ガスタンクが殆ど不要になり、大量ガス貯蔵に伴う危険性がなくなる。

5 (13) 本発明の装置により発生するガスを溶接、溶断またはろうづけに使用した場合、アセチレンガスを用いた場合と比較して、酸素供給量を25～50%程度低減することが出来、またガス中にカーボン成分を含まないので、溶接部位、溶断箇所またはろうづけ部位の黒化がない。

10 (14) 本発明の装置により発生するガスを用いて溶接、溶断またはろうづけ等の作業を行う場合、アセチレンガスやプロパンガスを用いて実施する場合に比べて、約60～70%のコスト低減が可能である。

請求の範囲

1. 電解槽 (A) ;

該電解槽内に收容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材
5 よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段 (B) ;

少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒及び該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根からなる振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振
10 動攪拌するための振動攪拌手段 (C)、又は、少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前
15 記電解槽に收容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段 (C') ;
及び

前記電解槽内に收容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段 (D) を備えており、

20 前記電気分解手段 (B) の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方の表面に対向するようにして前記振動攪拌手段 (C) の振動攪拌部材又は絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材が配置されていることを特徴とする水素-酸素ガス発生装置。

2. 前記電気分解手段 (B) の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方と前記
25 振動攪拌手段 (C) の振動攪拌部材又は前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材との距離が20~400mmであることを特徴とする、請求項1に記載の水素-酸素ガス発生装置。

3. 前記陽極部材の表面に対向するように配置された前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段 (B) の電源の正極に接続され
30 ていることを特徴とする、請求項1に記載の水素-酸素ガス発生装置。

4. 前記陰極部材の表面に対向するように配置された前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段 (B) の電源の負極に接続されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

5 5. 前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段 (B) の電源に接続されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

6. 前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を
10 介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられていることを特徴とする、請求項 5 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

7. 前記振動羽根のうちの少なくとも 1 つが前記陽極部材又は陰極部材として機能することを特徴とする、請求項 6 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

8. 前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、
15 前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられていることを特徴とする、請求項 5 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

9. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられていることを特徴とする、請求項 8 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

20 10. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられていることを特徴とする、請求項 8 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

11. 前記電気分解手段 (B) の電源は直流パルス電源であることを特徴とする、請求項 1 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

25 12. 前記電気分解手段 (B) の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものであることを特徴とする、請求項 1 に記載の水素-酸素ガス発生装置。

13. 前記振動攪拌手段 (C) の振動発生手段または前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の振動発生手段は振動モータを含み、前記振動攪拌手段 (C) 又は絶縁式振動攪拌手段 (C') は前記振動モータを 10 Hz ~ 500 Hz の振動数で振動さ

せるよう制御するインバータを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の水素－酸素ガス発生装置。

1 4. 前記ガス捕集手段 (D) は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素－酸素ガス取出口に接続された水素－酸素ガス採取管とを含んでなることを特徴とする、請求項 1 に記載の水素－酸素ガス発生装置。

1 5. 前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素－酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在していることを特徴とする、請求項 1 4 に記載の水素－酸素ガス発生装置。

10 1 6. 電解槽 (A) ;

該電解槽内に收容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段 (B) ;

15 少なくとも 1 つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも 1 つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも 1 つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段 (C') ; 及び

20 前記電解槽内に收容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段 (D) を備えており、

25 前記絶縁式振動攪拌手段 (C') の絶縁式振動攪拌部材は少なくとも 1 つの第 1 の前記絶縁式振動攪拌部材と少なくとも 1 つの第 2 の前記絶縁式振動攪拌部材とを有しており、前記第 1 の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段 (B) の陽極部材として機能させ、前記第 2 の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段 (B) の陰極部材として機能させてなることを特徴とする水素－酸素ガス発生装置。

17. 前記陽極部材と陰極部材との距離が5～400mmであることを特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

18. 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段（B）の電源に接続されていることを特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

19. 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられていることを特徴とする、請求項18に記載の水素－酸素ガス発生装置。

20. 前記振動羽根のうちの少なくとも1つが前記陽極部材又は陰極部材として機能することを特徴とする、請求項19に記載の水素－酸素ガス発生装置。

21. 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられていることを特徴とする、請求項18に記載の水素－酸素ガス発生装置。

22. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられていることを特徴とする、請求項21に記載の水素－酸素ガス発生装置。

23. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられていることを特徴とする、請求項21に記載の水素－酸素ガス発生装置。

24. 前記電気分解手段（B）の電源は直流パルス電源であることを特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

25. 前記電気分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものであることを特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

26. 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動攪拌手段（C'）は前記振動モータを10Hz～500Hzの振動数で振動させるよう制御するインバータを含むことを特徴とする、請求項16に記載

載の水素－酸素ガス発生装置。

27. 前記ガス捕集手段（D）は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素－酸素ガス取出口に接続された水素－酸素ガス採取管とを含んでなることを特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

- 5 28. 前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素－酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在していることを特徴とする、請求項27に記載の水素－酸素ガス発生装置。

29. 電解槽（A）；

- 10 該電解槽内に収容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段（B）；

- 少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に収容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（C'）；及び
- 15

- 前記電解槽内に収容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段（D）を備えており、
- 20

- 前記絶縁式振動攪拌手段（C'）の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、前記振動羽根が複数の前記振動棒に取り付けられており、前記電気分解手段（B）の陽極部材及び陰極部材のそれぞれが前記複数の振動棒に取り付けられており、前記陽極部材は前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続されており、前記陰極部材は前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続されていることを特徴とする水素－酸素ガス発生装置。
- 25

30. 前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能することを特徴とする、請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置。

5 31. 前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられており、該電極用補助羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能することを特徴とする、請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置。

10 32. 前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材として機能し、及び／又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陰極部材として機能することを特徴とする、請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置。

15 33. 前記複数の振動棒には前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に電極用補助羽根が取り付けられており、前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陽極部材として機能し、及び／又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陰極部材として機能することを特徴とする、請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置。

34. 前記陽極部材と陰極部材との距離が5～400mmであることを特徴とする、請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置。

25 35. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられていることを特徴とする、請求項31に記載の水素－酸素ガス発生装置。

36. 前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられていることを特徴とする、請求項31に記載の水素－酸素ガス発生装置。

37. 前記電気分解手段(B)の電源は直流パルス電源であることを特徴とする、請求項29に記載の水素-酸素ガス発生装置。

38. 前記電気分解手段(B)の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものであることを特徴とする、請求項29に記載の水素-酸素ガス発生装置。

5 39. 前記絶縁式振動攪拌手段(C')の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動攪拌手段(C')は前記振動モータを10Hz~500Hzの振動数で振動させるよう制御するインバータを含むことを特徴とする、請求項29に記載の水素-酸素ガス発生装置。

10 40. 前記ガス捕集手段(D)は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素-酸素ガス取出口に接続された水素-酸素ガス採取管とを含んでなることを特徴とする、請求項29に記載の水素-酸素ガス発生装置。

15 41. 前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素-酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在していることを特徴とする、請求項40に記載の水素-酸素ガス発生装置。

42. 請求項1に記載の水素-酸素ガス発生装置を用い、前記電解液として5重量%~30重量%の電解質を含み液温20℃~100℃でpH7~10のものを用いて、電流密度7A/dm²~40A/dm²となるように前記電解液の電気分解を行なうことを特徴とする水素-酸素ガス発生方法。

20 43. 前記電解質が水溶性のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物であることを特徴とする、請求項42に記載の水素-酸素ガス発生方法。

44. 前記電源として直流パルス電源を用いることを特徴とする、請求項42に記載の水素-酸素ガス発生方法。

25 45. 前記振動羽根を振幅0.1~30mm且つ振動数200~12000回/分で振動させることを特徴とする、請求項42に記載の水素-酸素ガス発生方法。

46. 請求項16に記載の水素-酸素ガス発生装置を用い、前記電解液として5重量%~30重量%の電解質を含み液温20℃~100℃でpH7~10のものを用いて、電流密度7A/dm²~40A/dm²となるように前記電解液の電気分解を行なうことを特徴とする水素-酸素ガス発生方法。

47. 前記電解質が水溶性のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物であることを特徴とする、請求項46に記載の水素－酸素ガス発生方法。

48. 前記電源として直流パルス電源を用いることを特徴とする、請求項46に記載の水素－酸素ガス発生方法。

5 49. 前記振動羽根を振幅0.1～30mm且つ振動数200～12000回／分で振動させることを特徴とする、請求項46に記載の水素－酸素ガス発生方法。

50. 請求項29に記載の水素－酸素ガス発生装置を用い、前記電解液として5重量％～30重量％の電解質を含み液温20℃～100℃でpH7～10のものをを用いて、電流密度7A/dm²～40A/dm²となるように前記電解液の電気分解を行なうことを特徴とする水素－酸素ガス発生方法。

51. 前記電解質が水溶性のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物であることを特徴とする、請求項50に記載の水素－酸素ガス発生方法。

52. 前記電源として直流パルス電源を用いることを特徴とする、請求項50に記載の水素－酸素ガス発生方法。

15 53. 前記振動羽根を振幅0.1～30mm且つ振動数200～12000回／分で振動させることを特徴とする、請求項50に記載の水素－酸素ガス発生方法。

54. 前記電極対は陽極部材と陰極部材とを交互に配列したものであることを特徴とする、請求項1に記載の水素－酸素ガス発生装置。

55. 前記電極対は陽極部材と陰極部材とを交互に配列したものであることを
20 特徴とする、請求項16に記載の水素－酸素ガス発生装置。

FIG.1

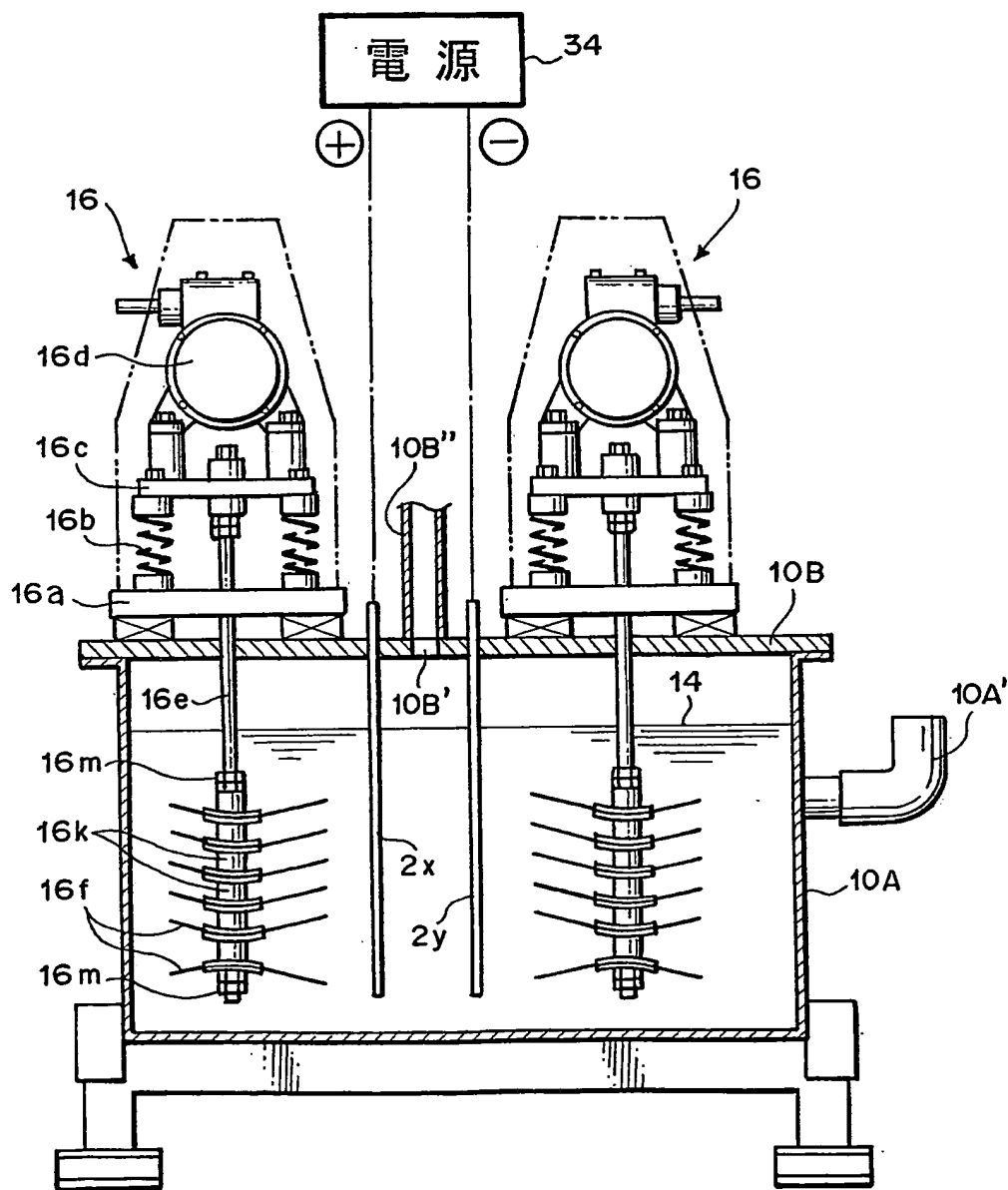


FIG.2

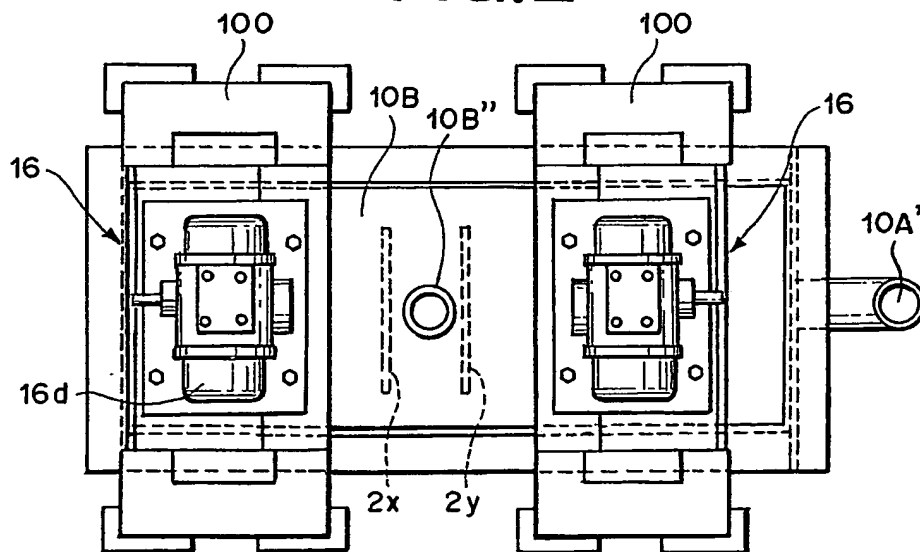


FIG.3

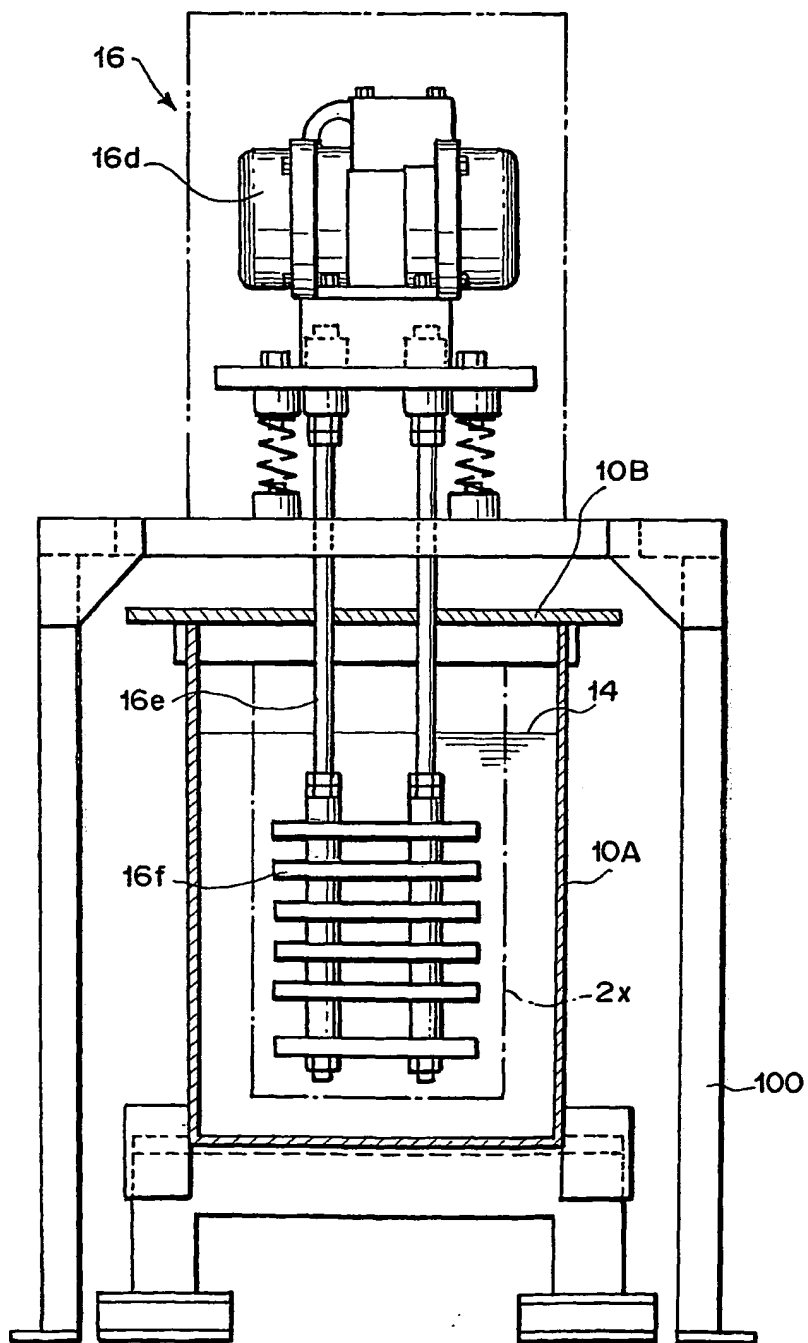


FIG.4

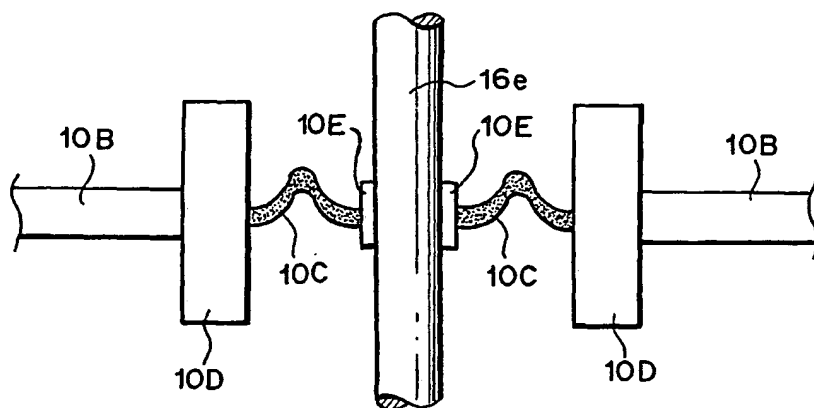


FIG.5

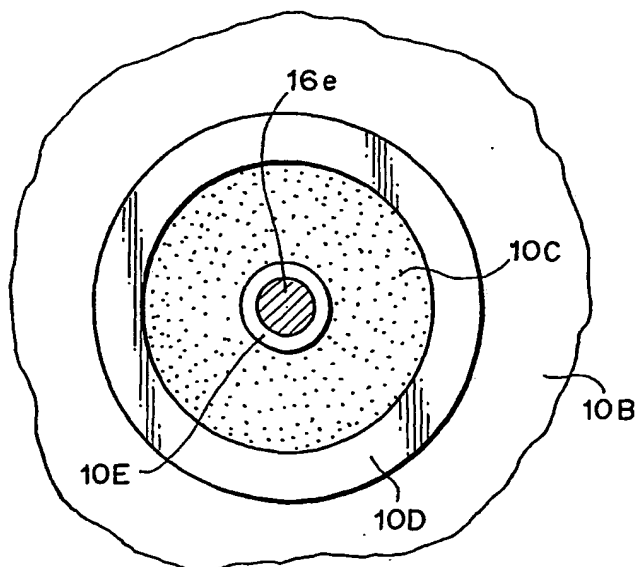


FIG.6

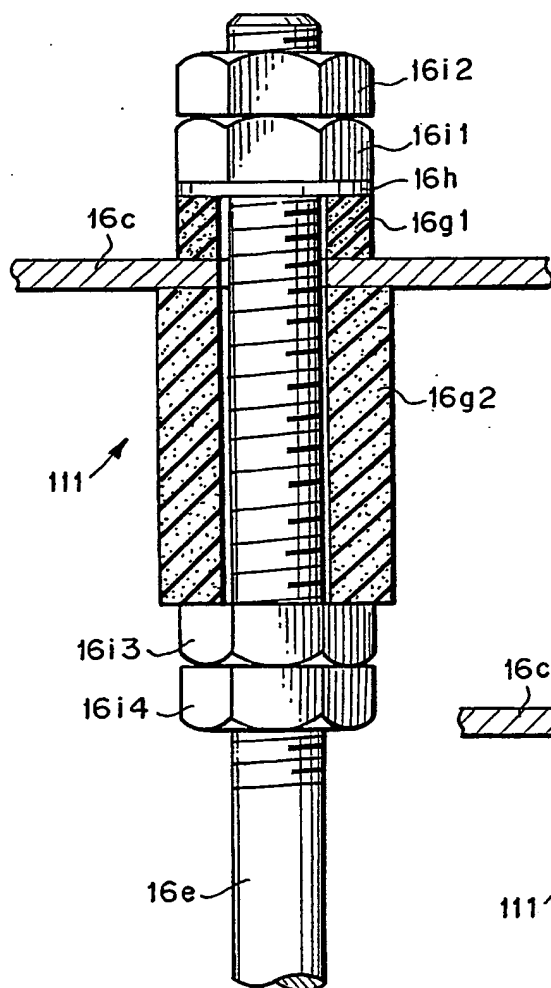


FIG.7

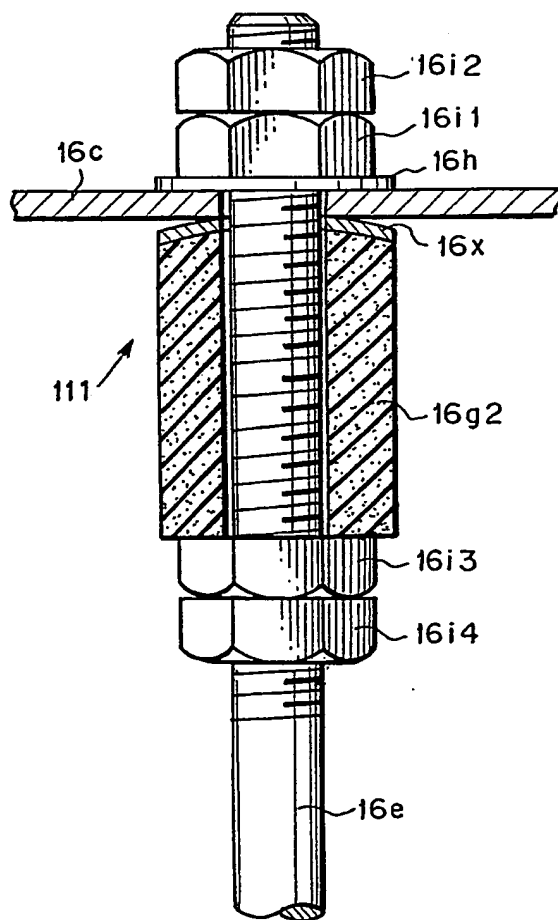


FIG.8

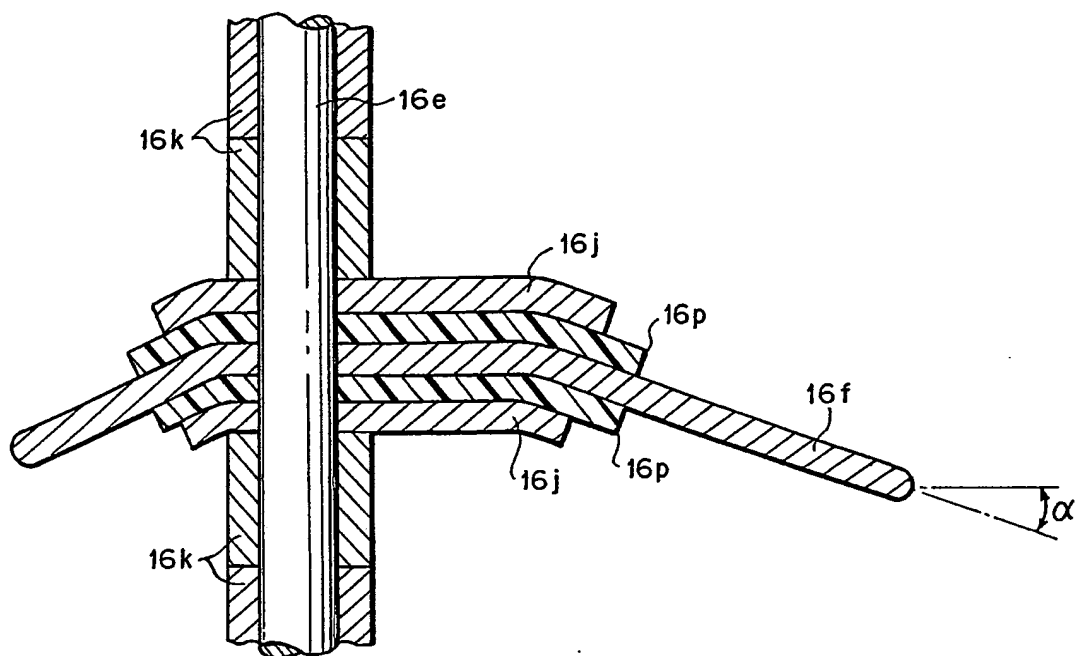


FIG.9

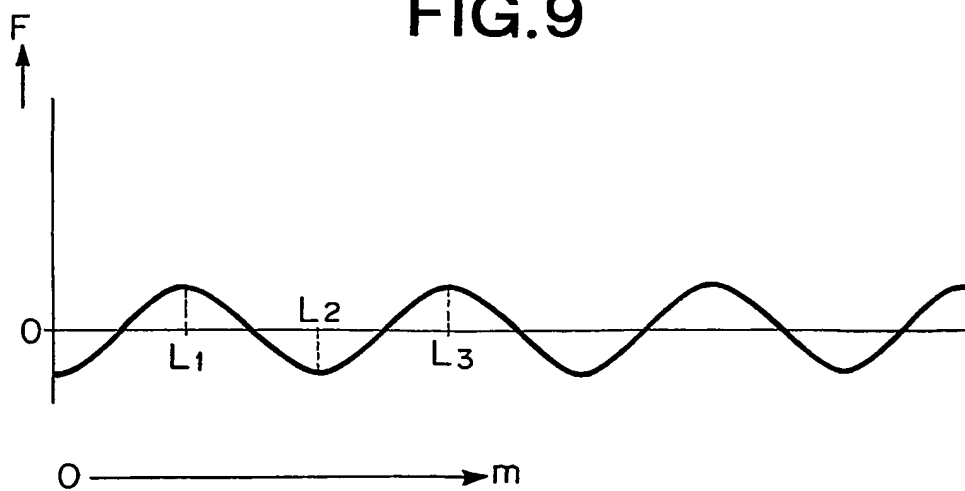


FIG.10

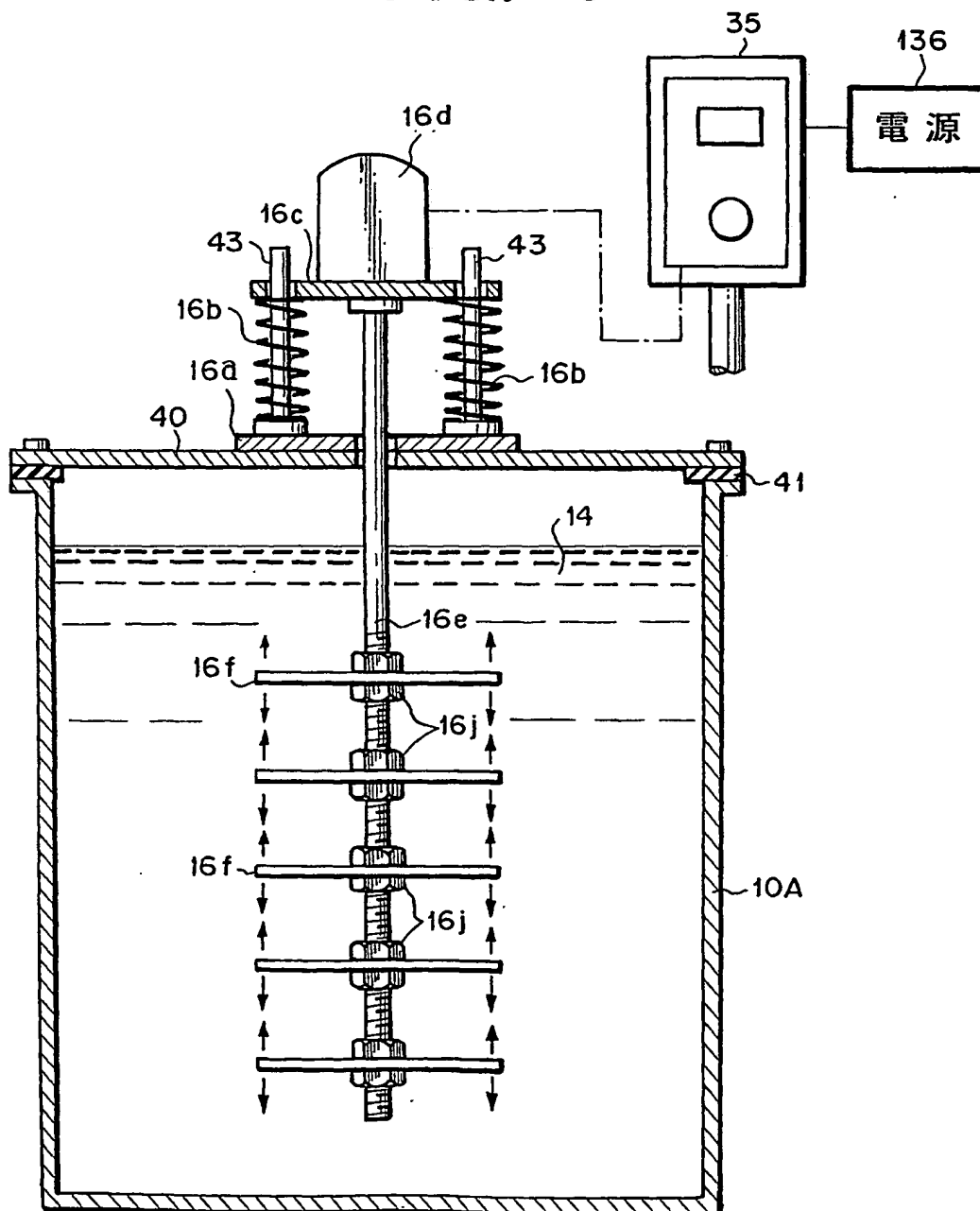


FIG. 11

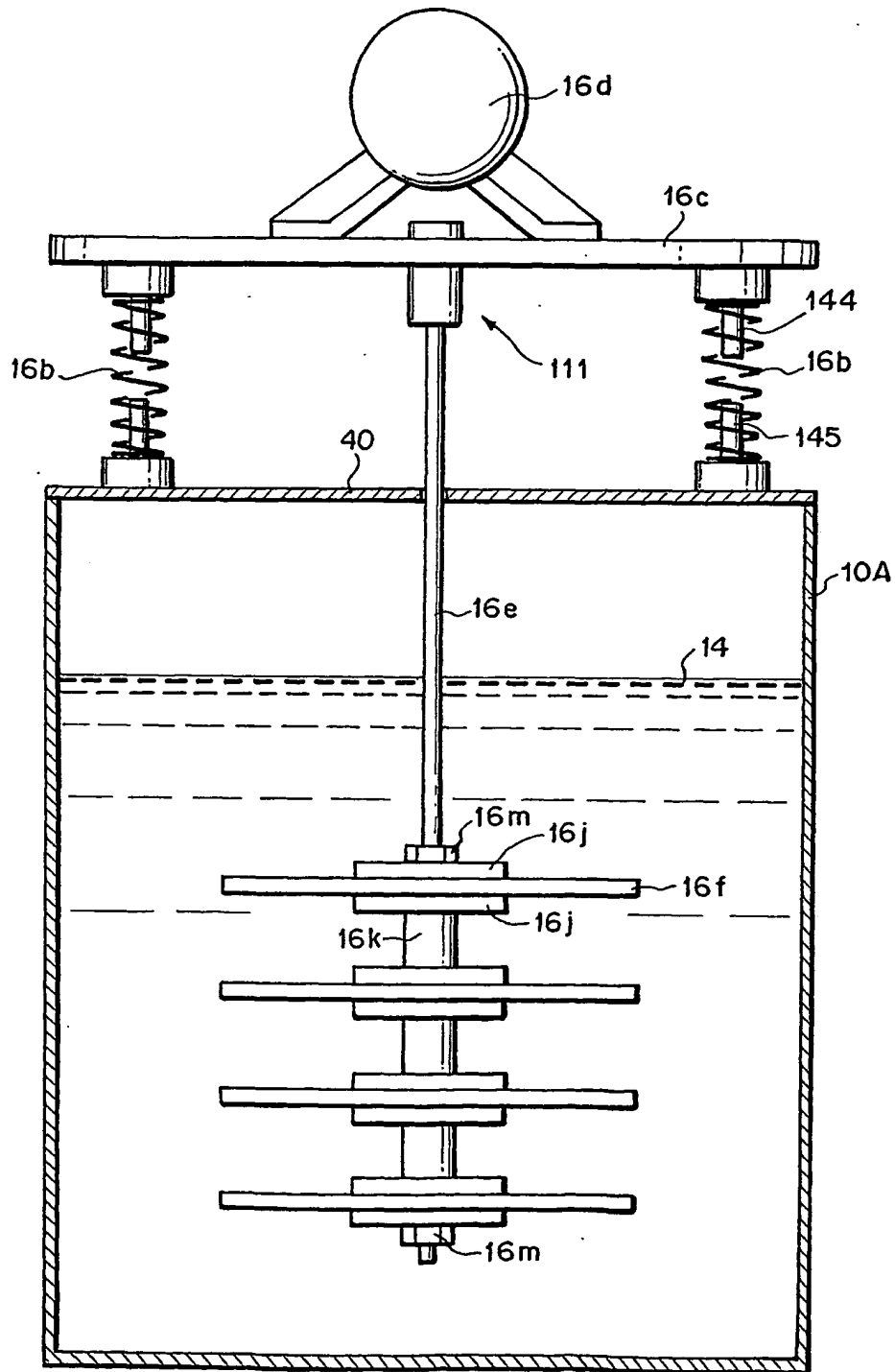


FIG. 12

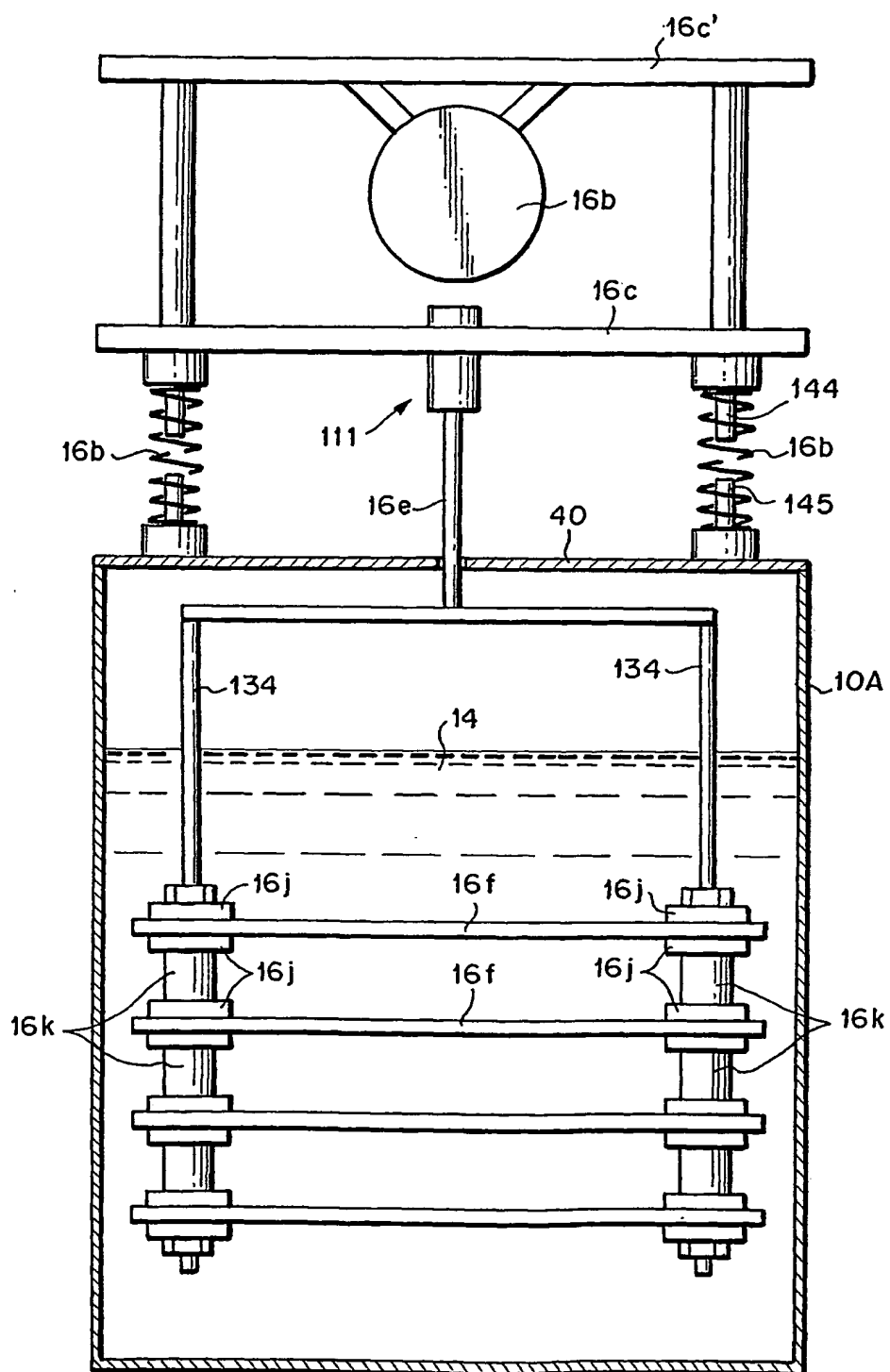


FIG.13

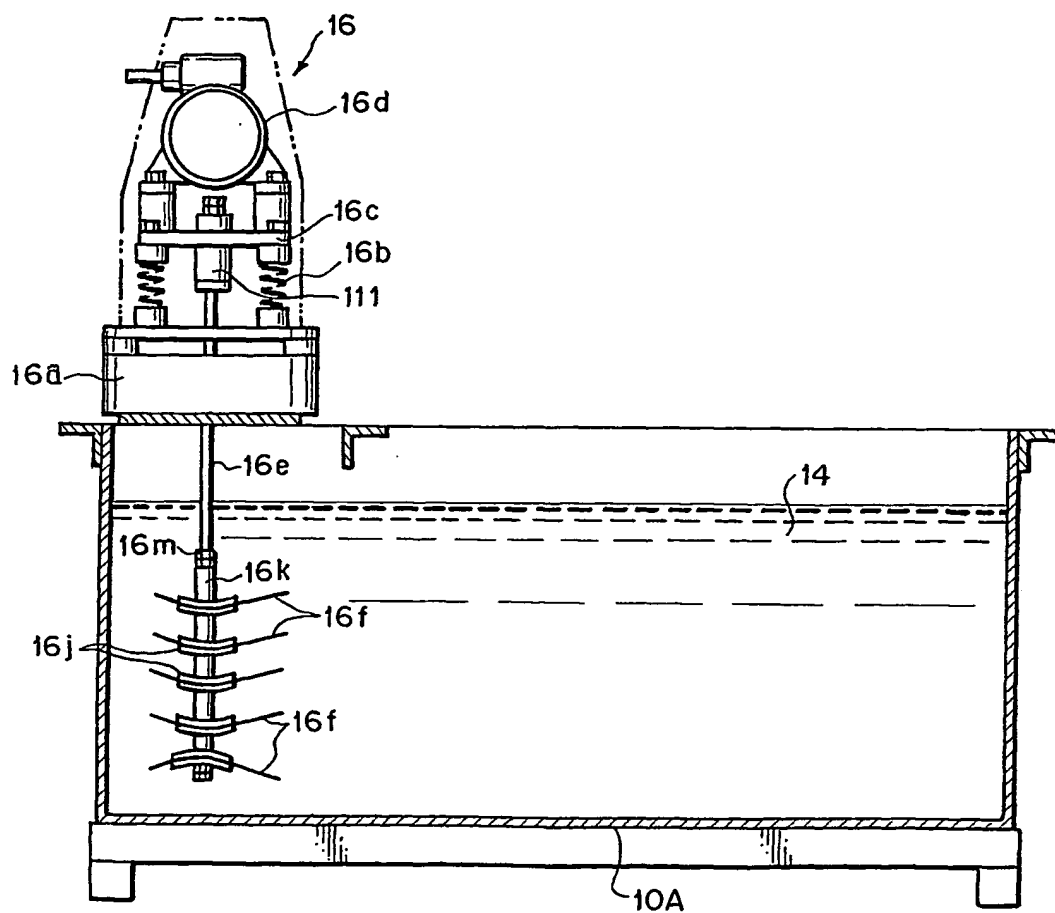


FIG. 14

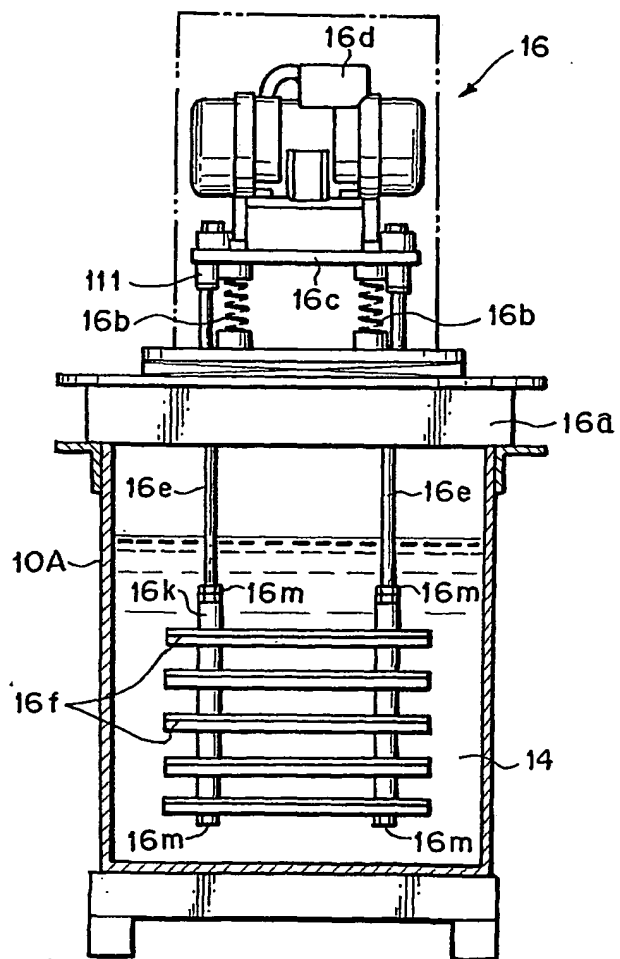


FIG.15

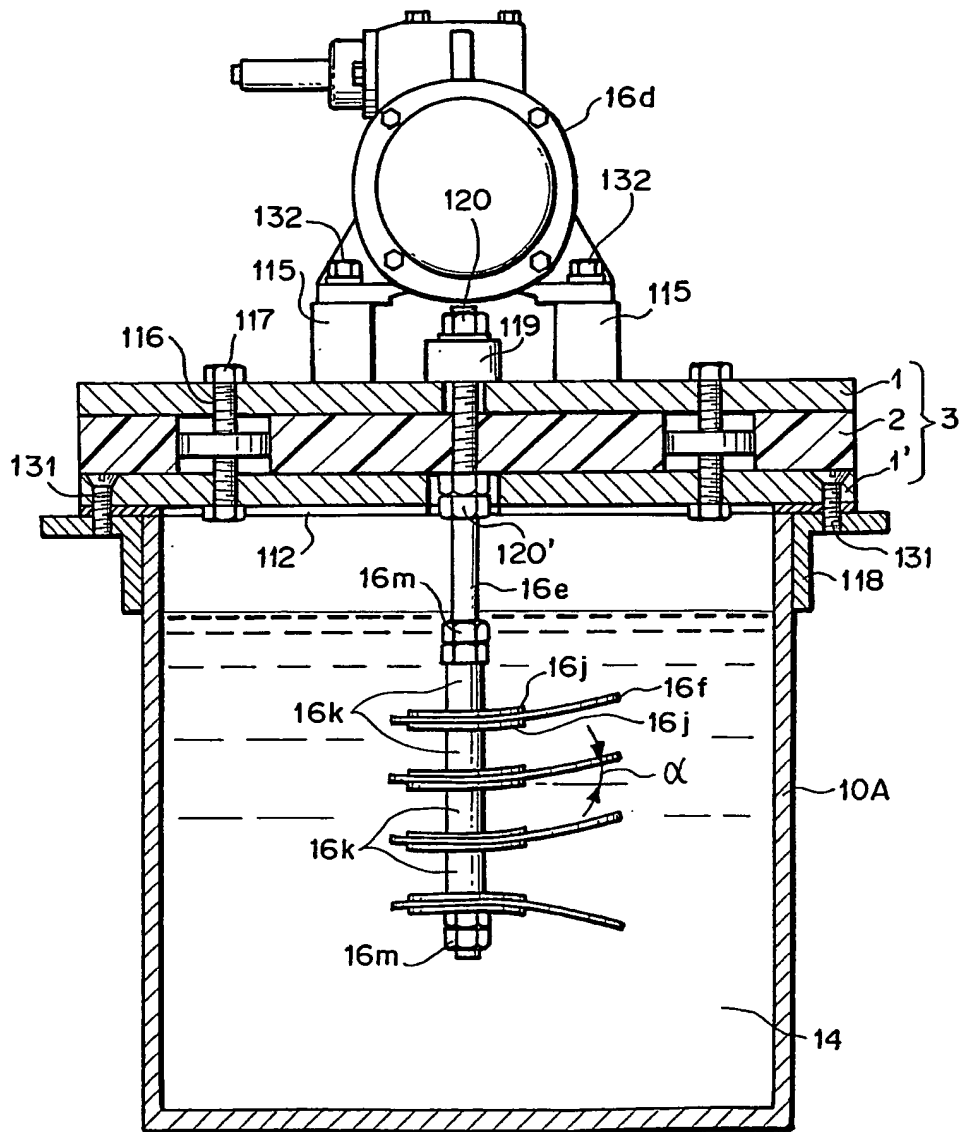


FIG.16

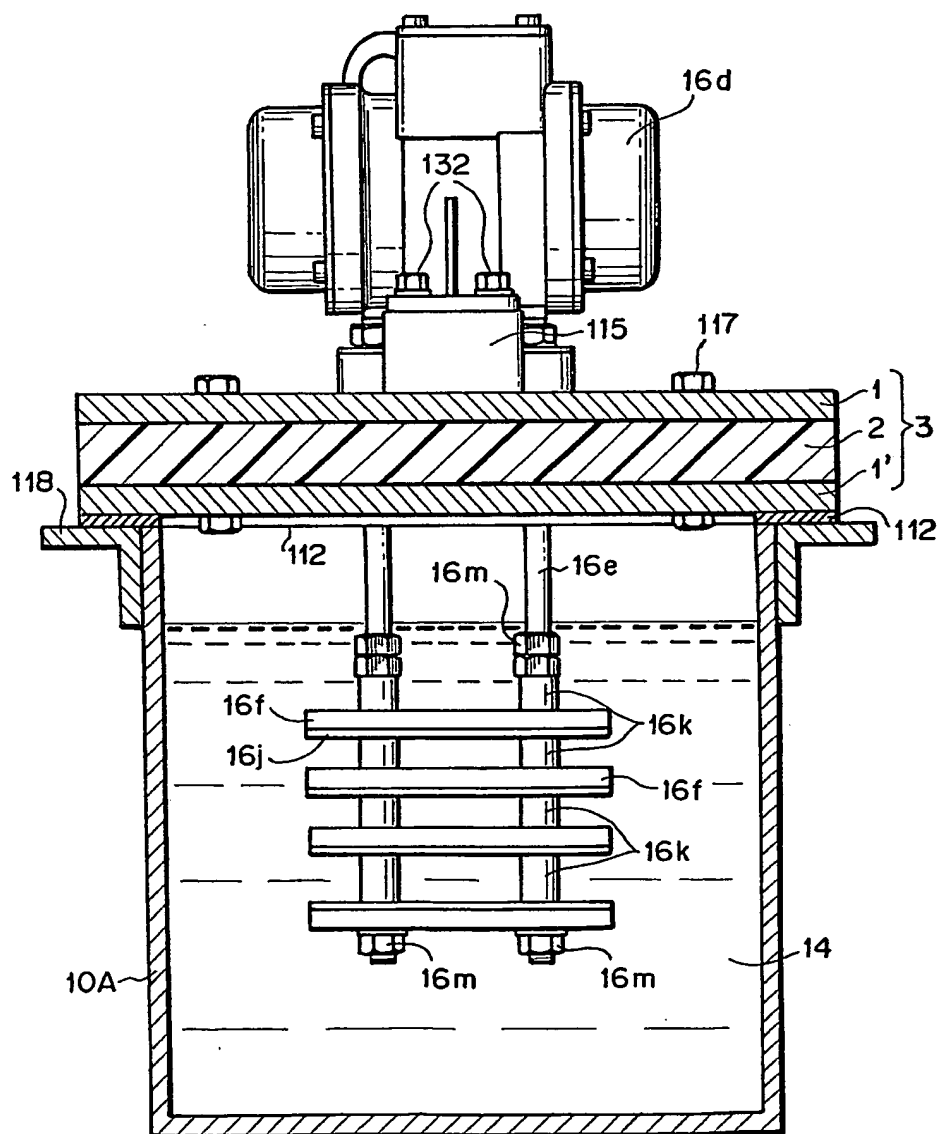


FIG. 17

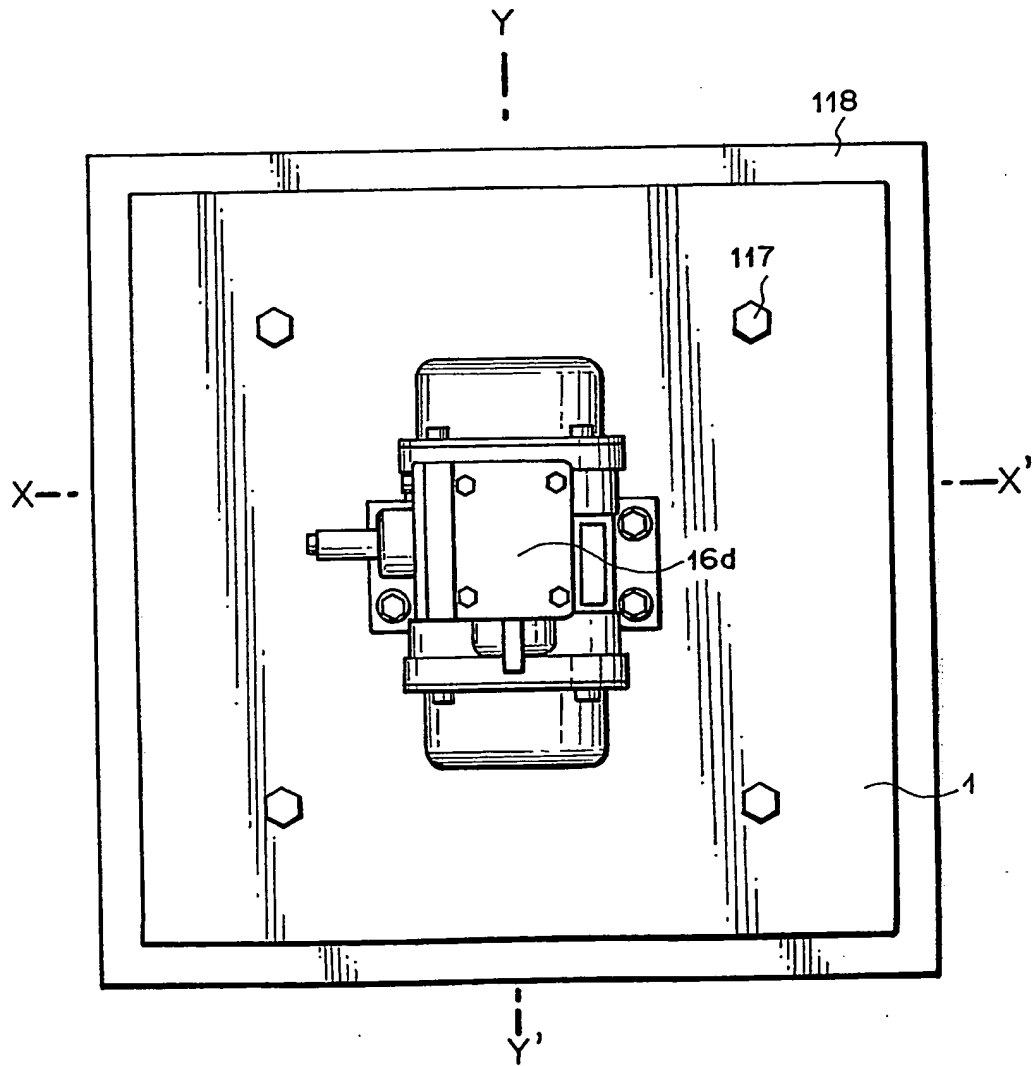


FIG.18A

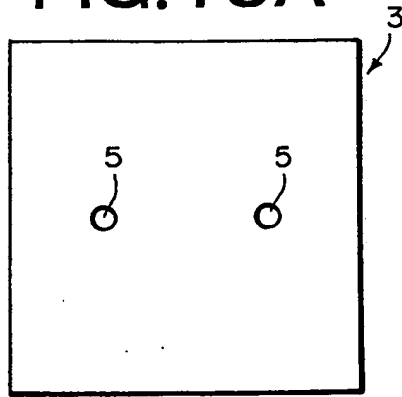


FIG.18B

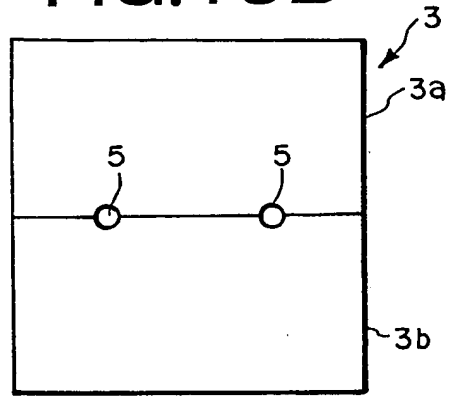


FIG.18C

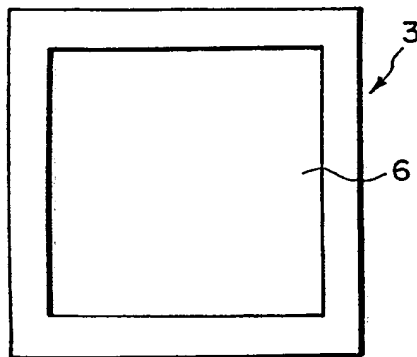


FIG.19A

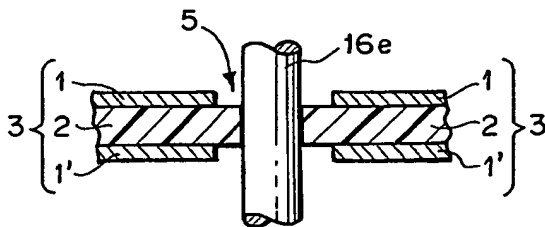


FIG.19B

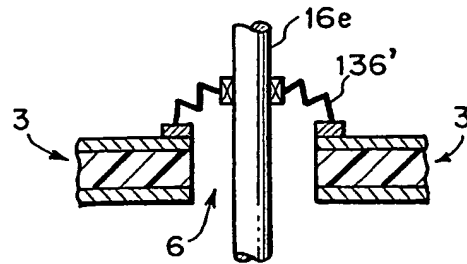


FIG.20A

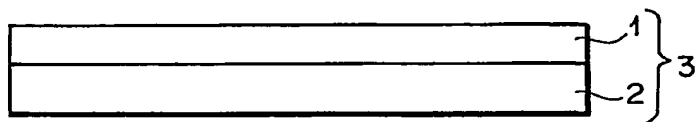


FIG.20B

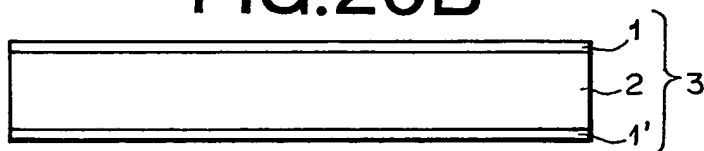


FIG.20C

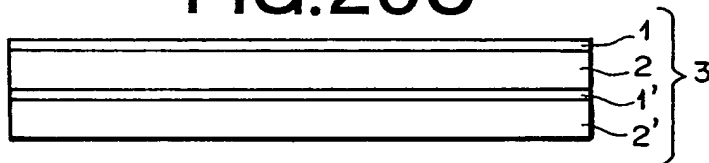


FIG.20D

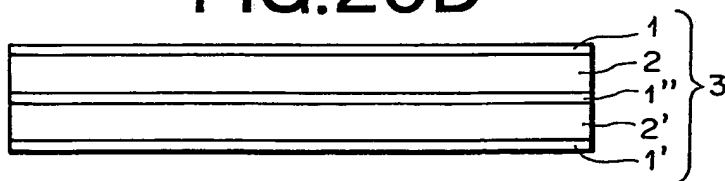


FIG.20E

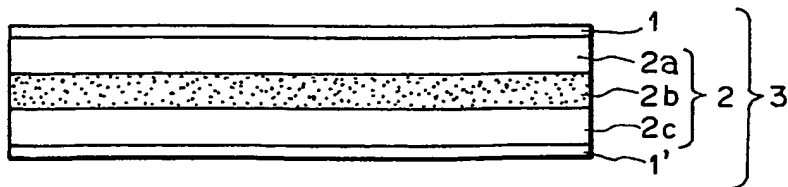


FIG.21

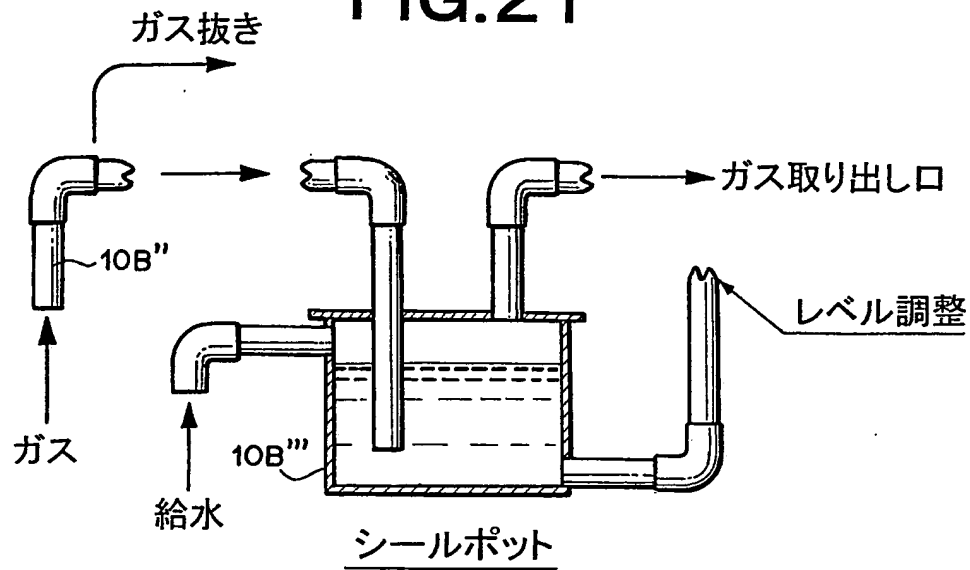


FIG.22

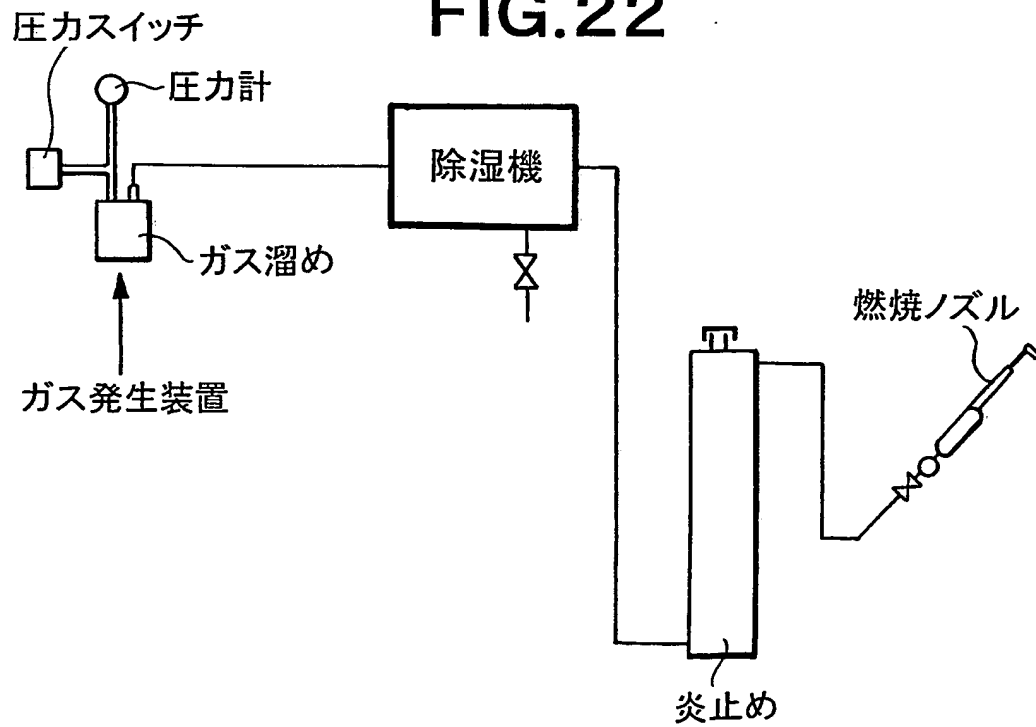


FIG.23

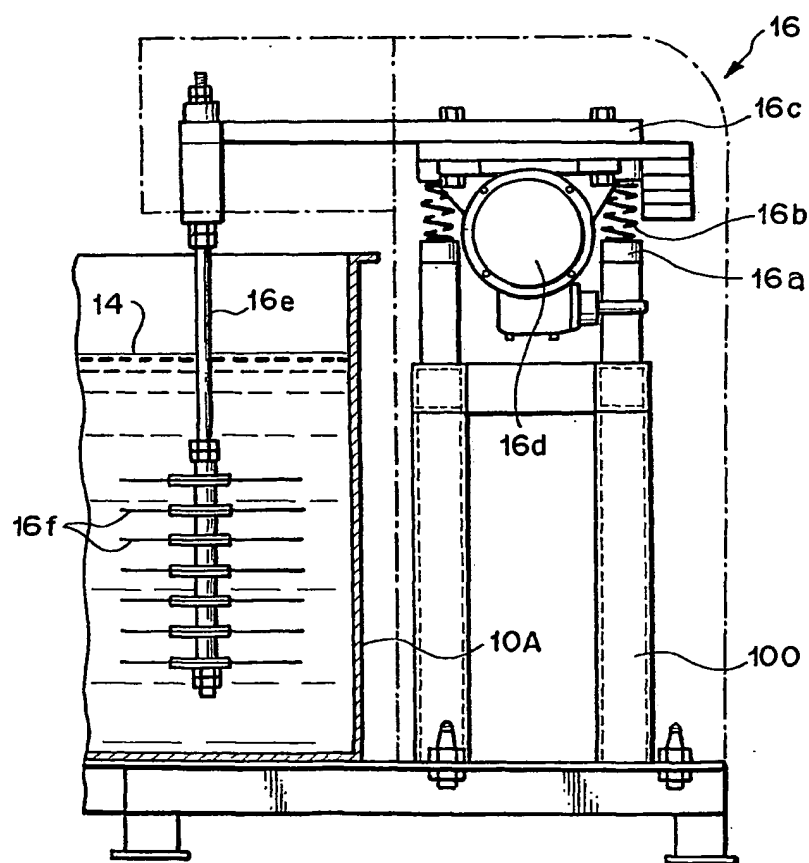
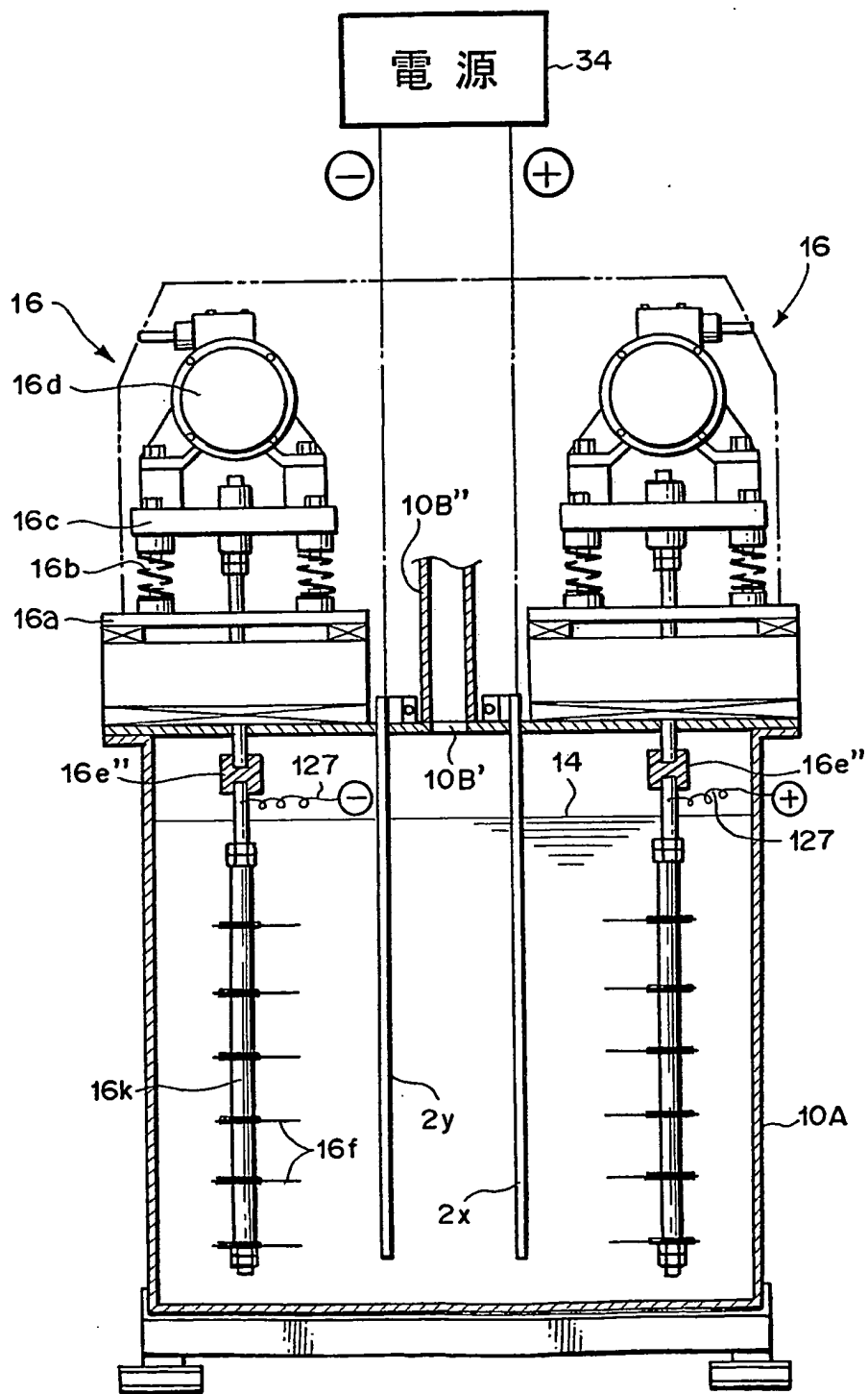


FIG.24



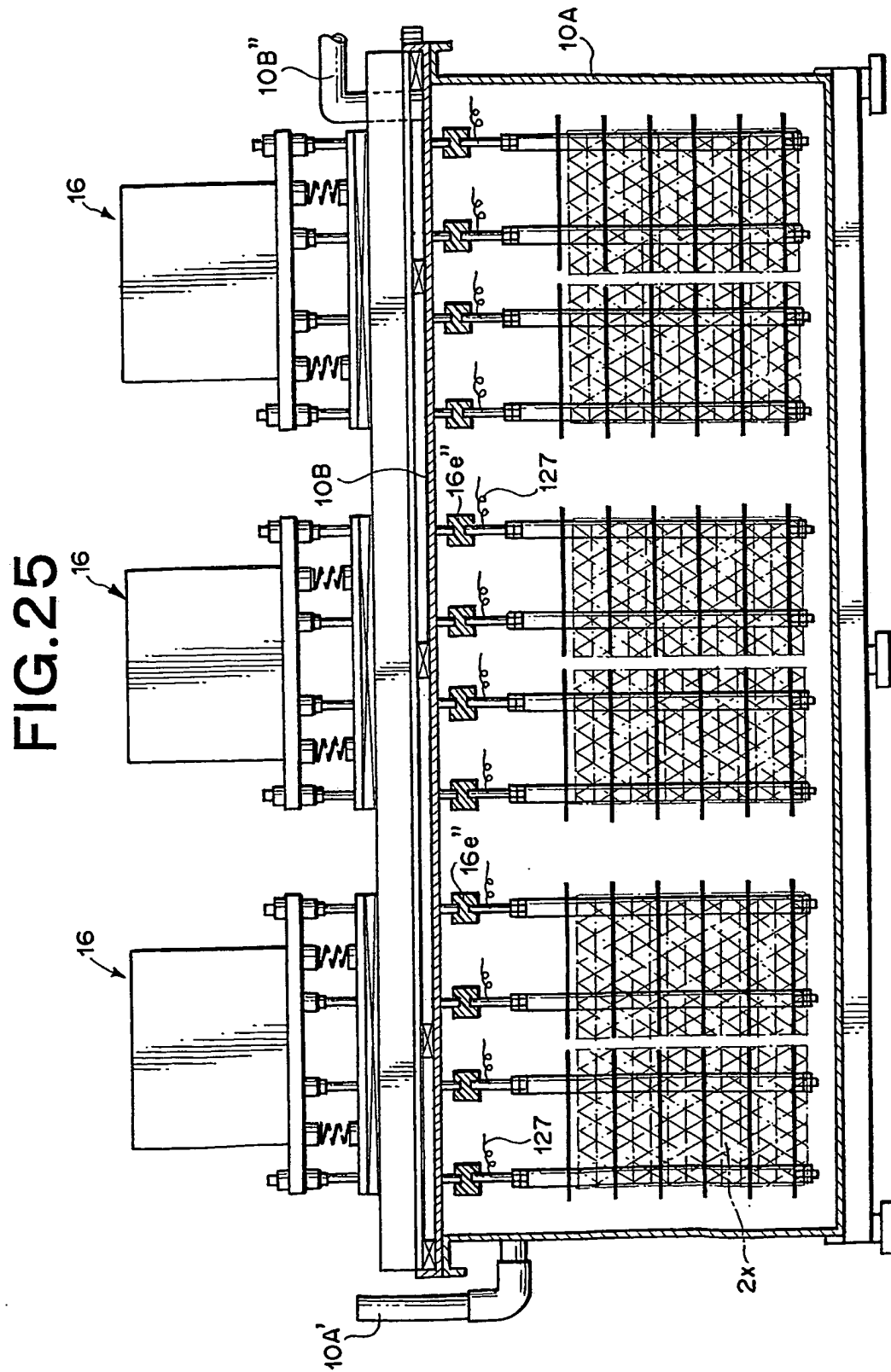


FIG.26

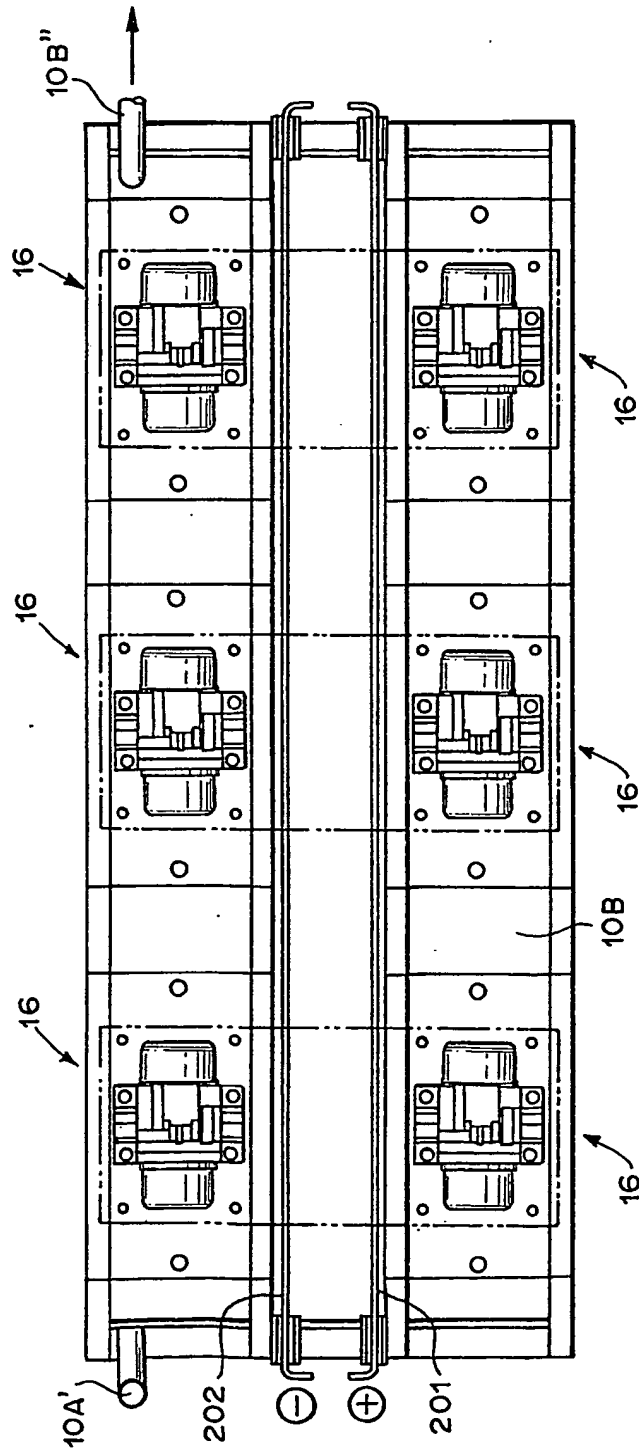


FIG.27

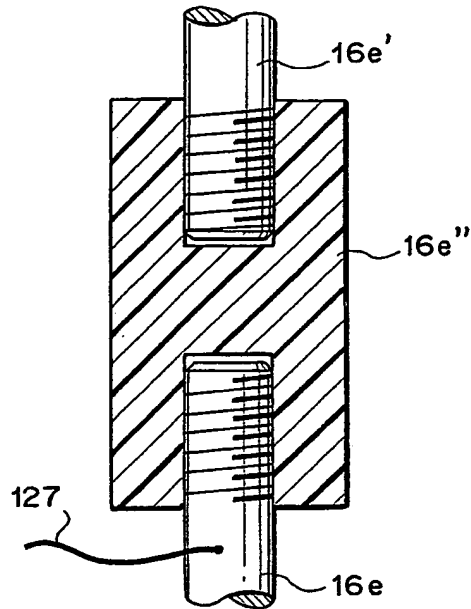


FIG.28

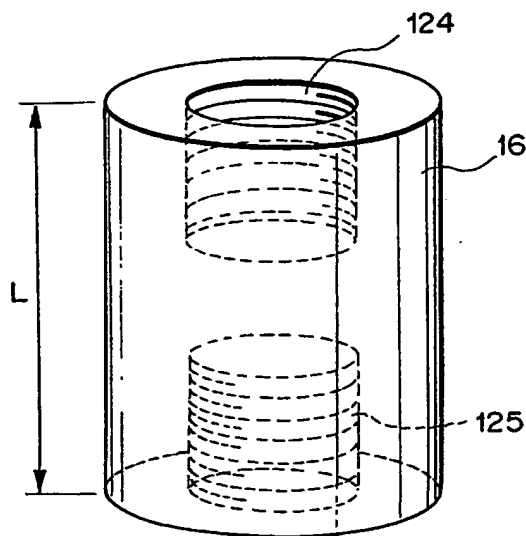


FIG.29

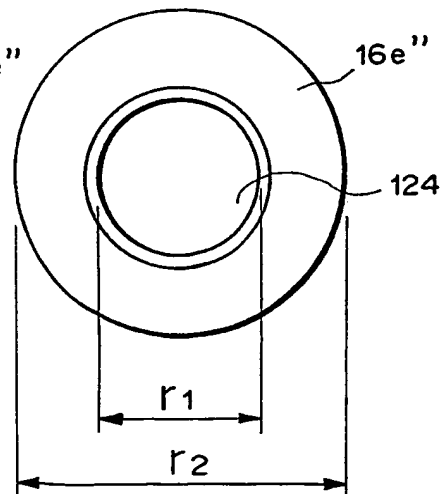


FIG.30

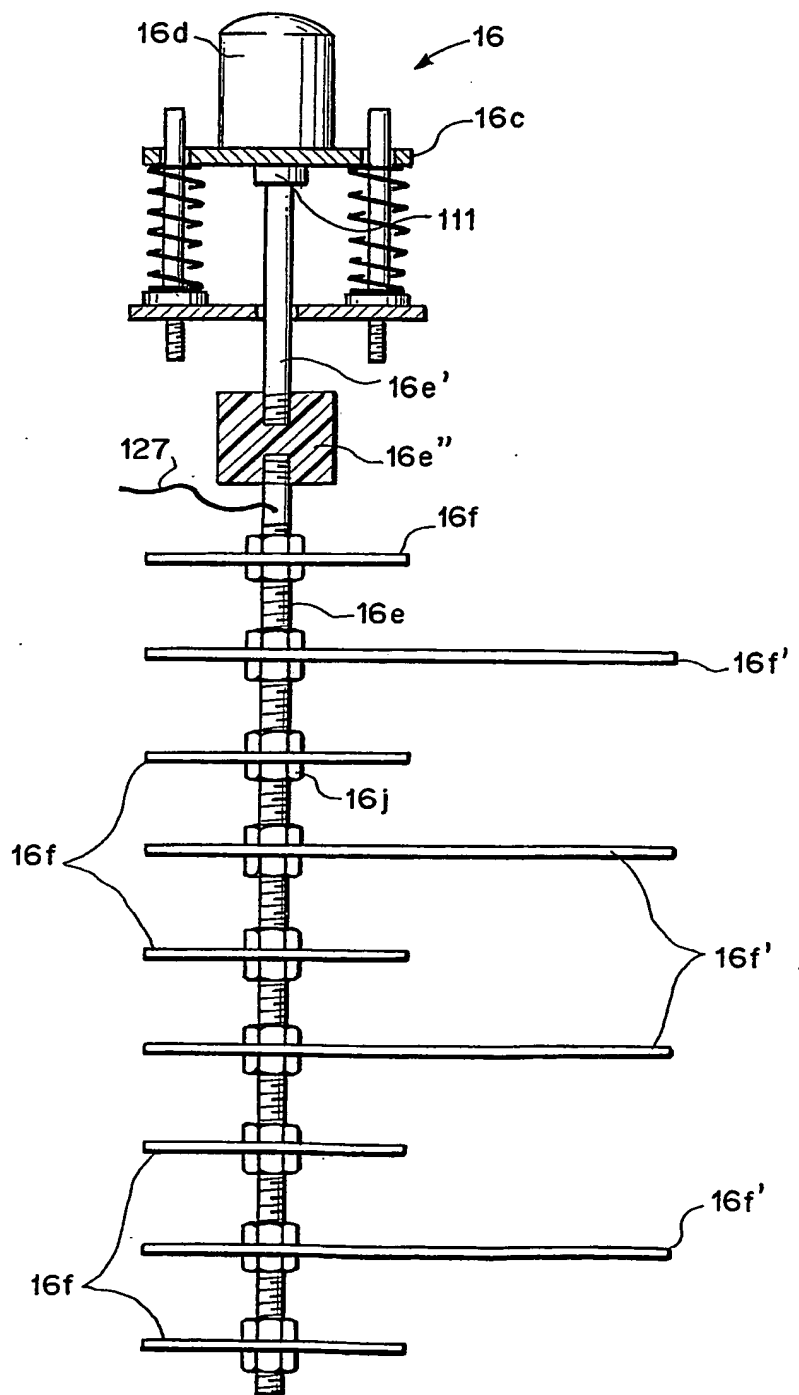


FIG.31

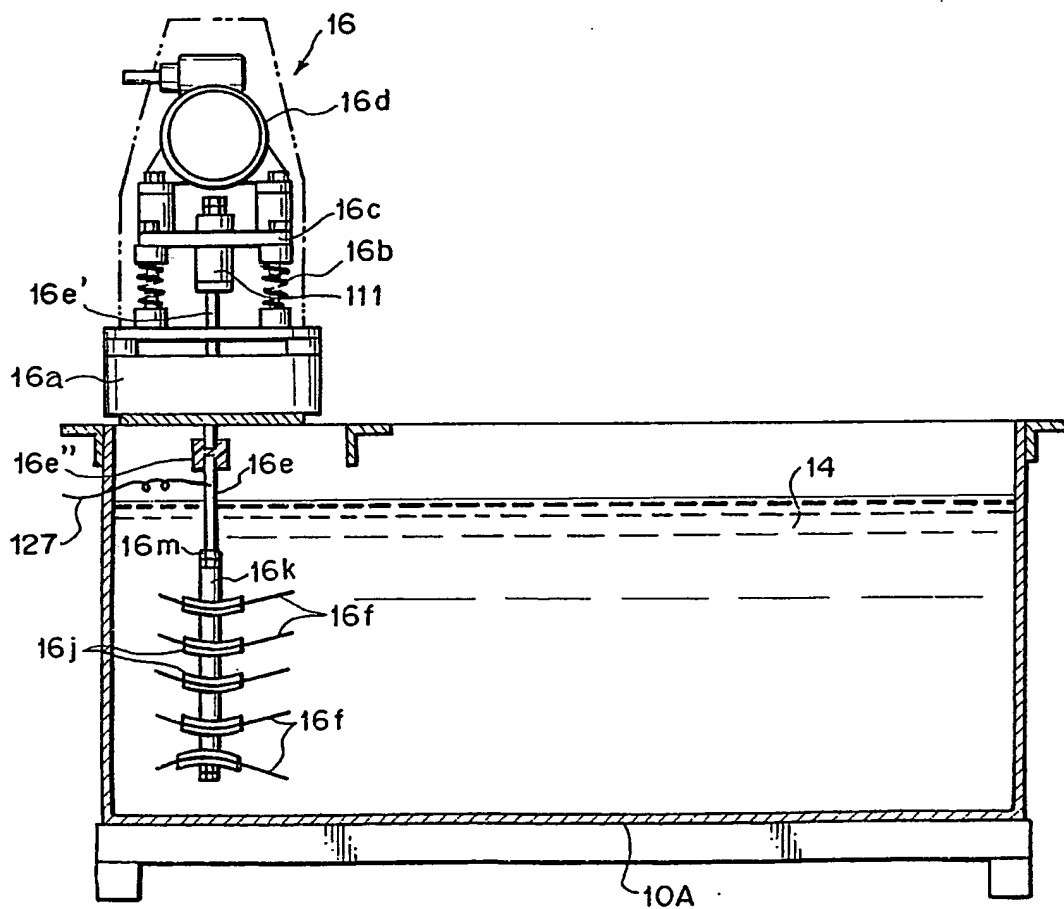


FIG.32

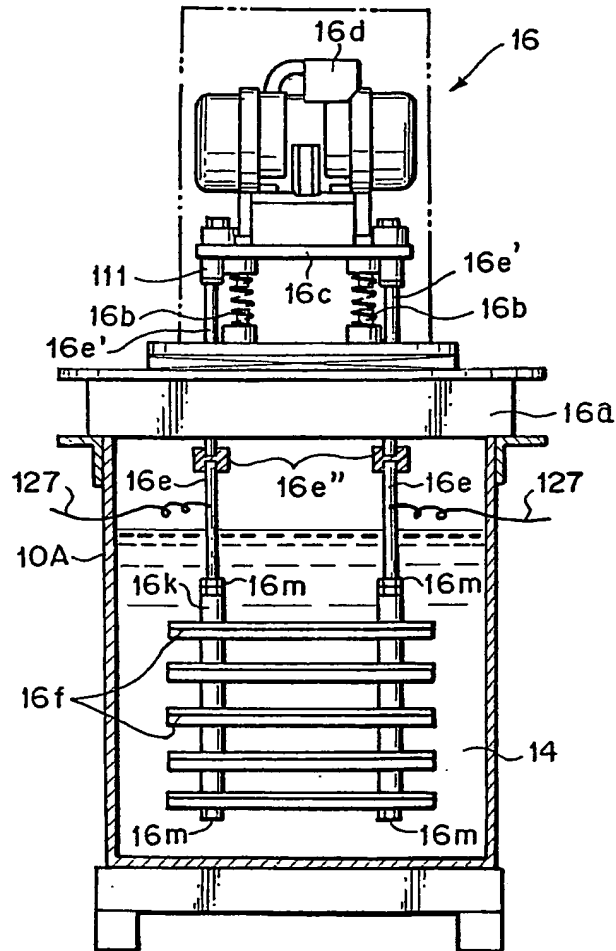


FIG.33

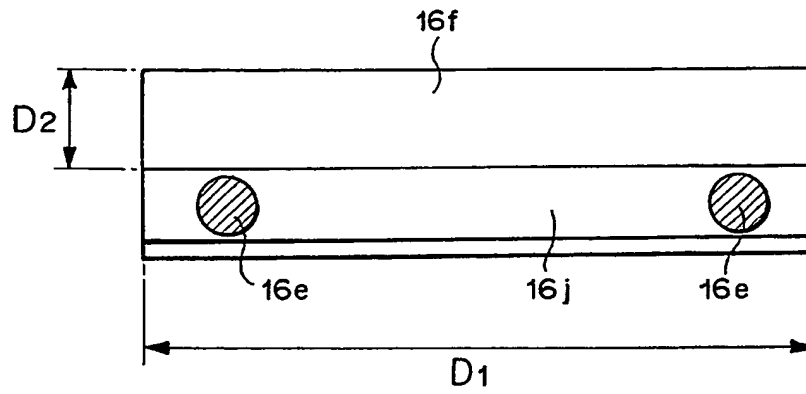


FIG.34

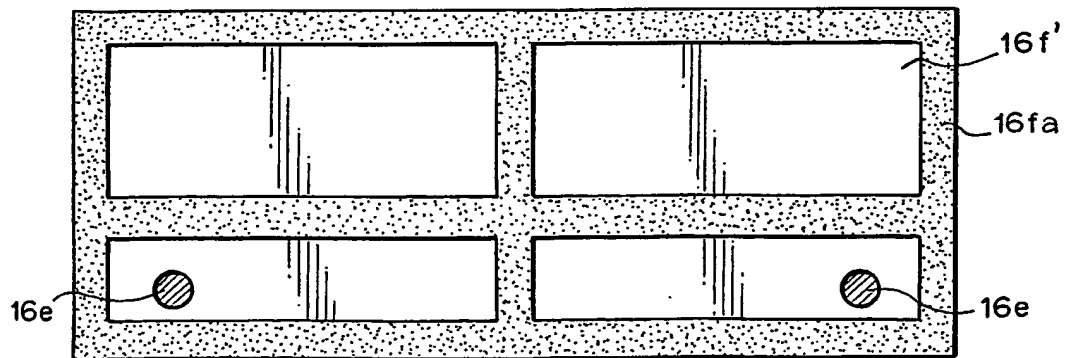


FIG.35

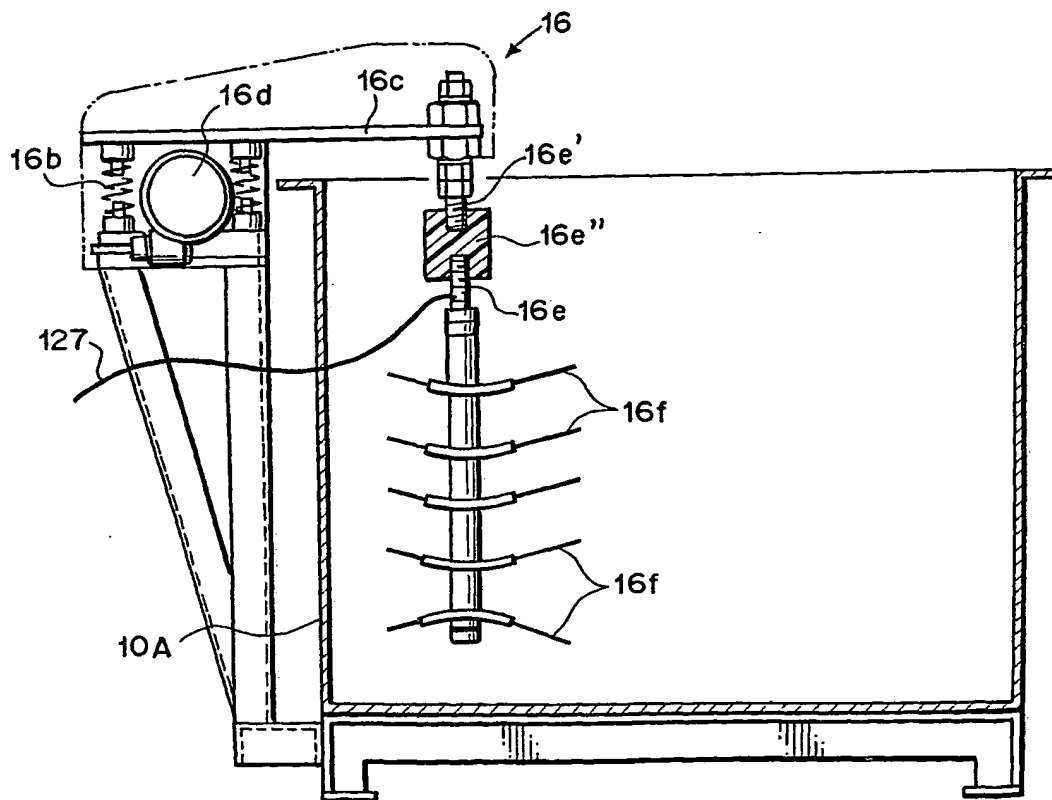


FIG.36

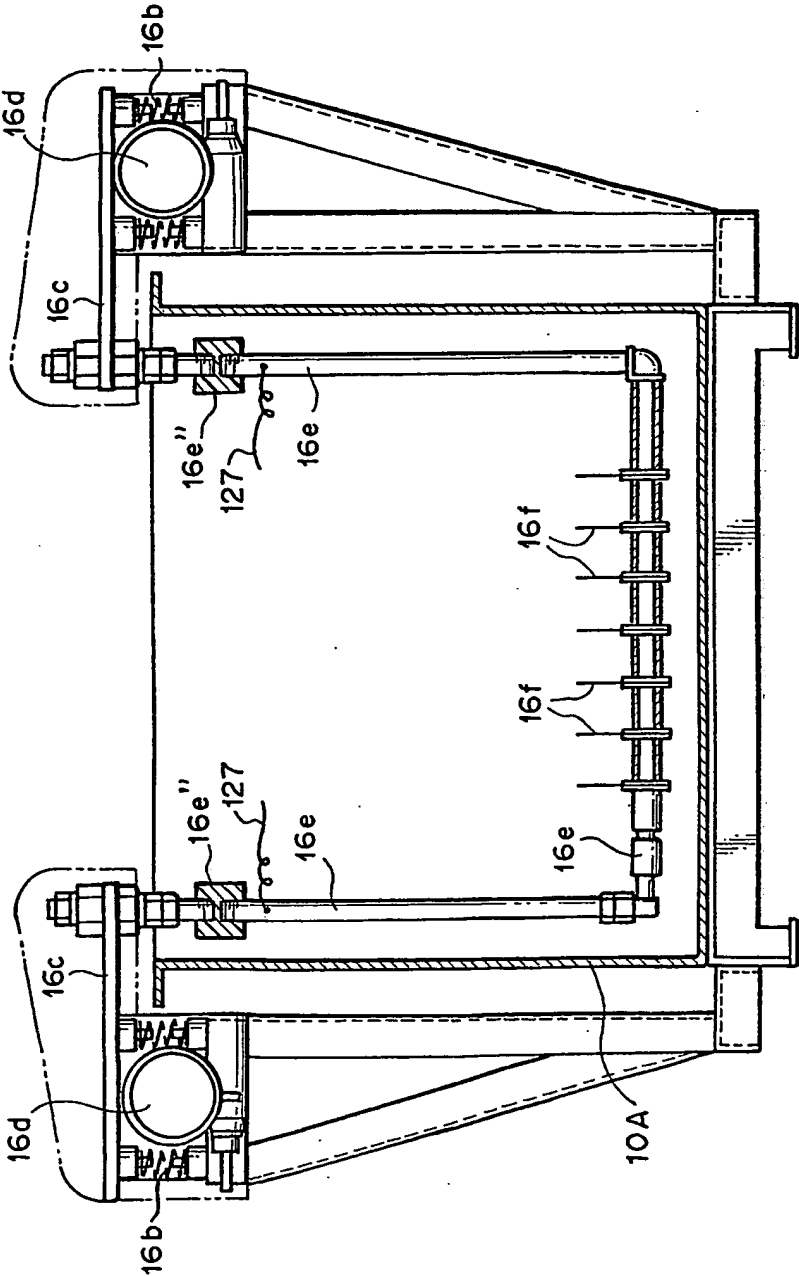


FIG.37

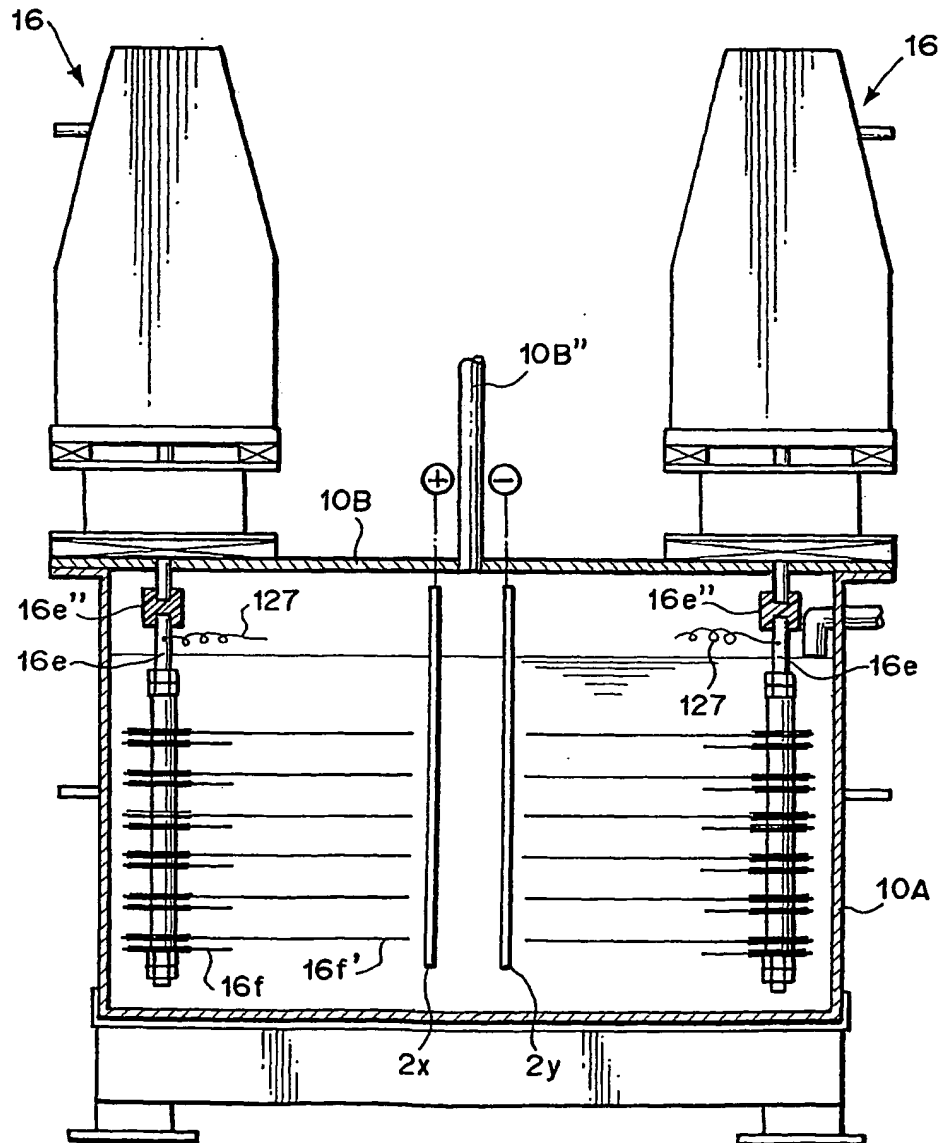


FIG.38

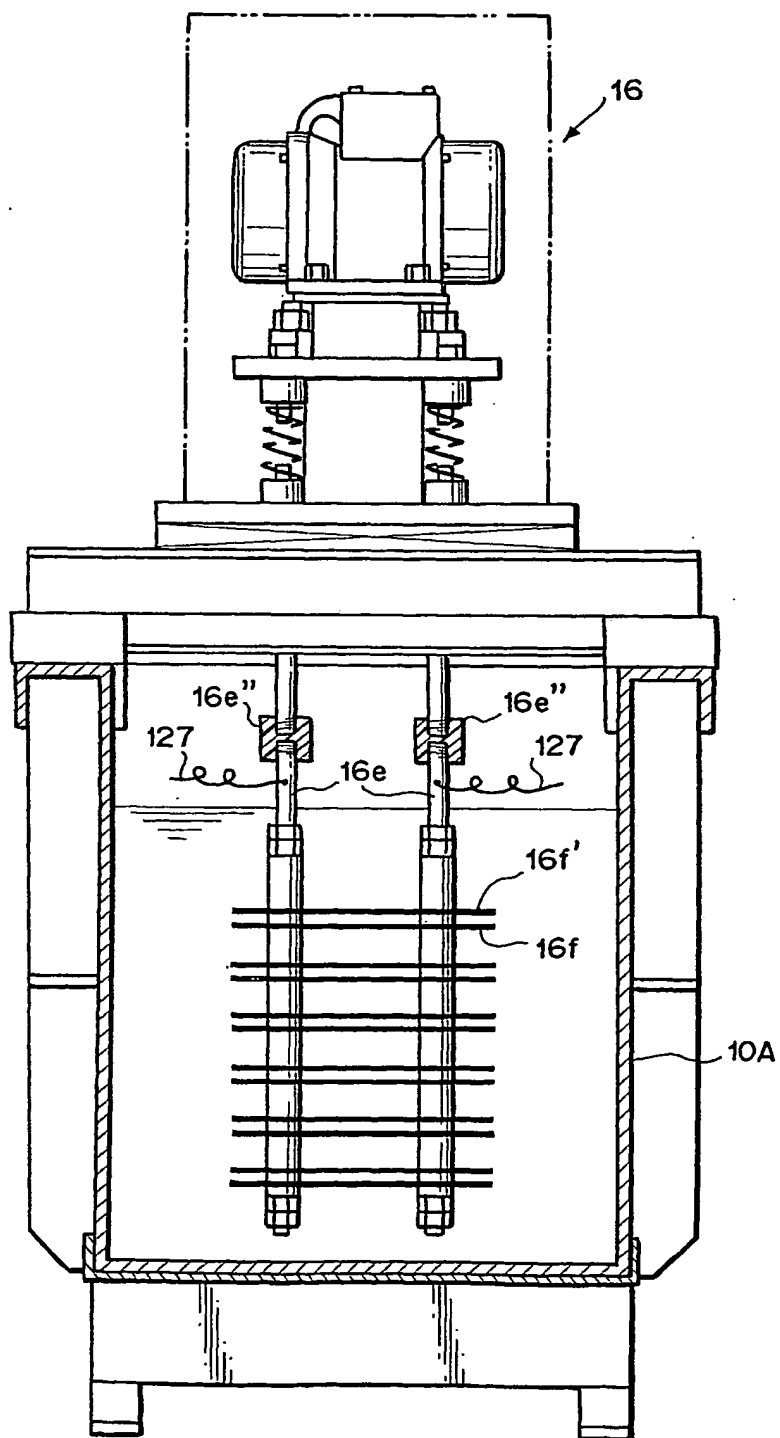


FIG.39

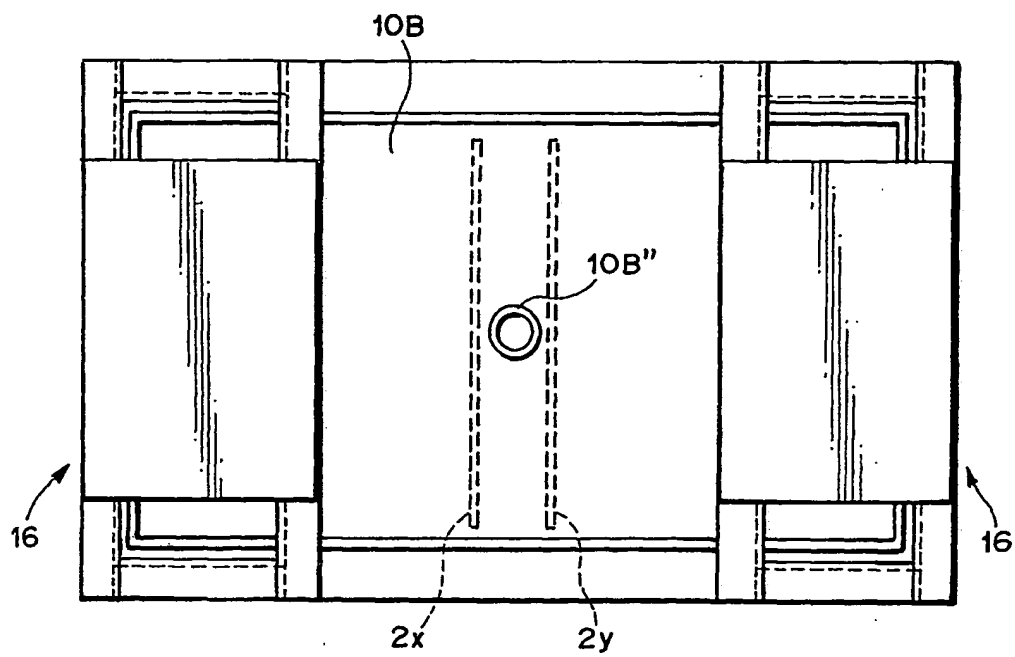


FIG.40

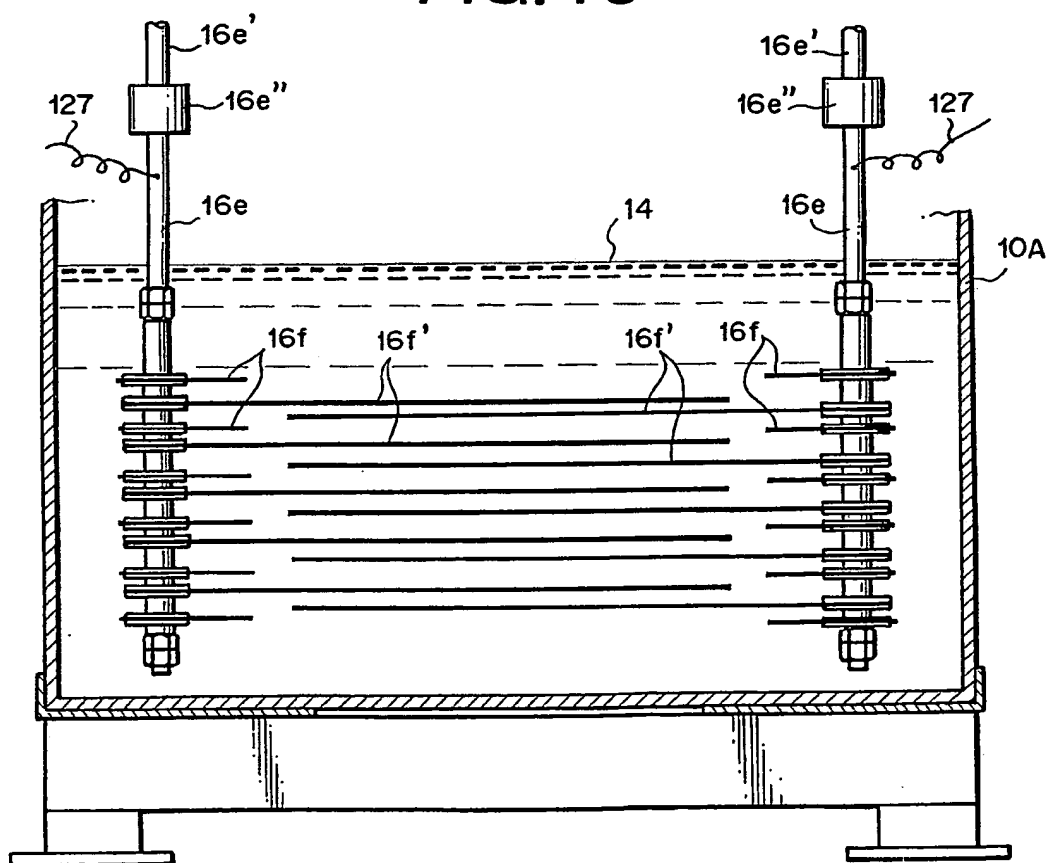


FIG.41

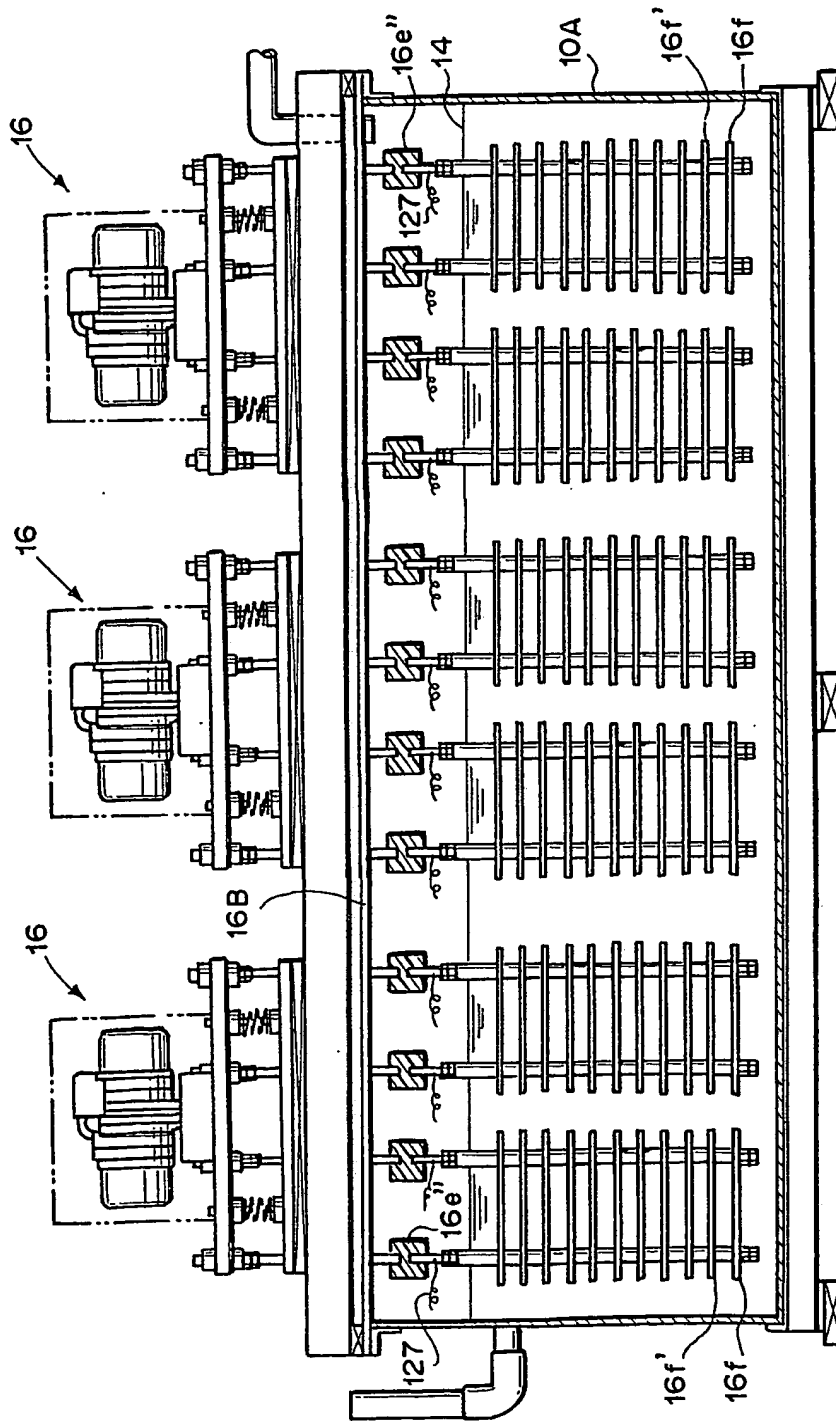


FIG.42

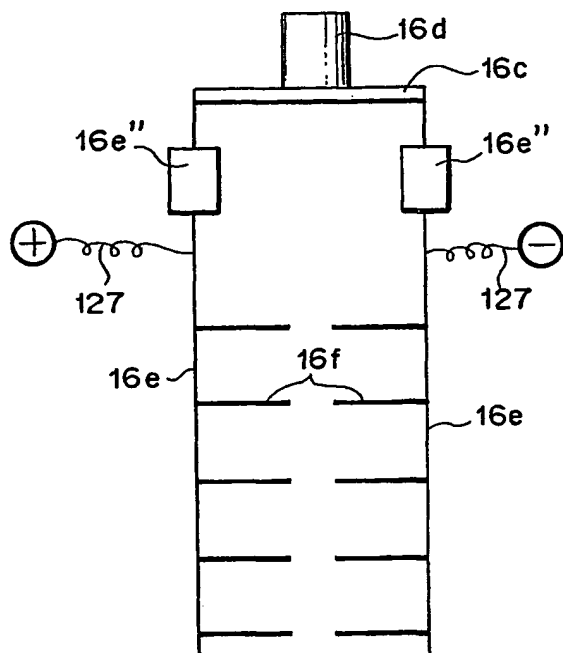


FIG.43

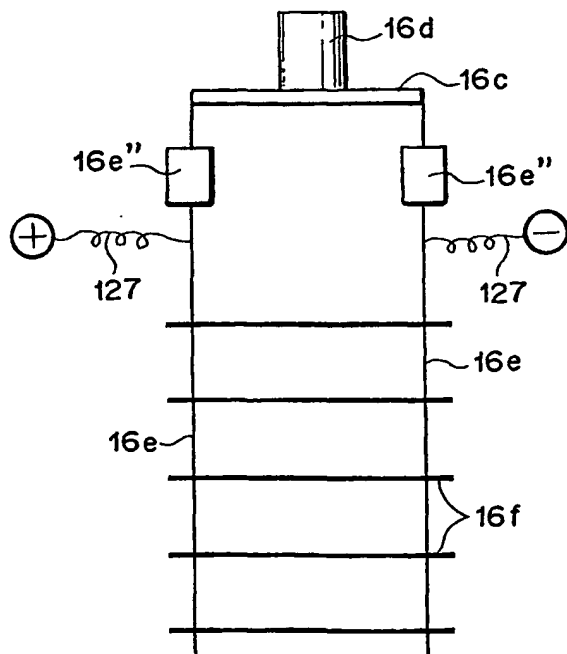


FIG.44

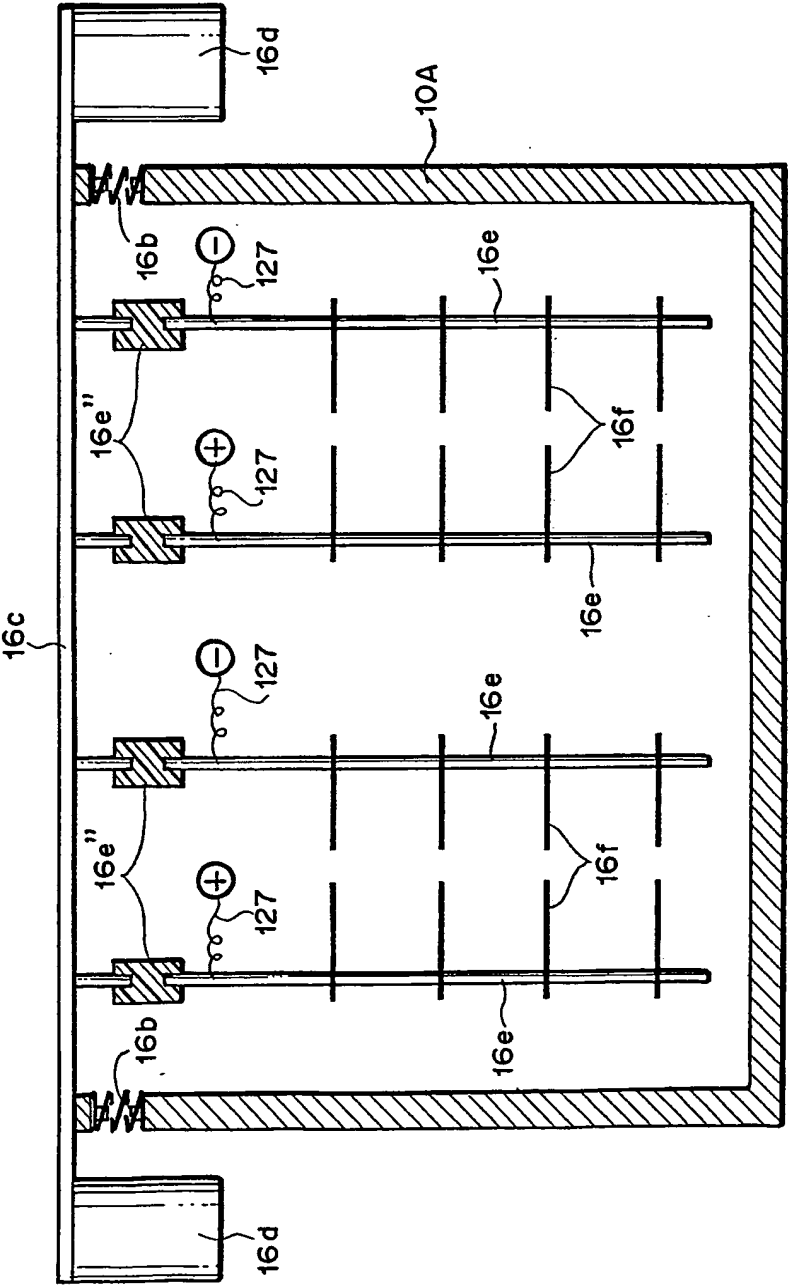


FIG.45

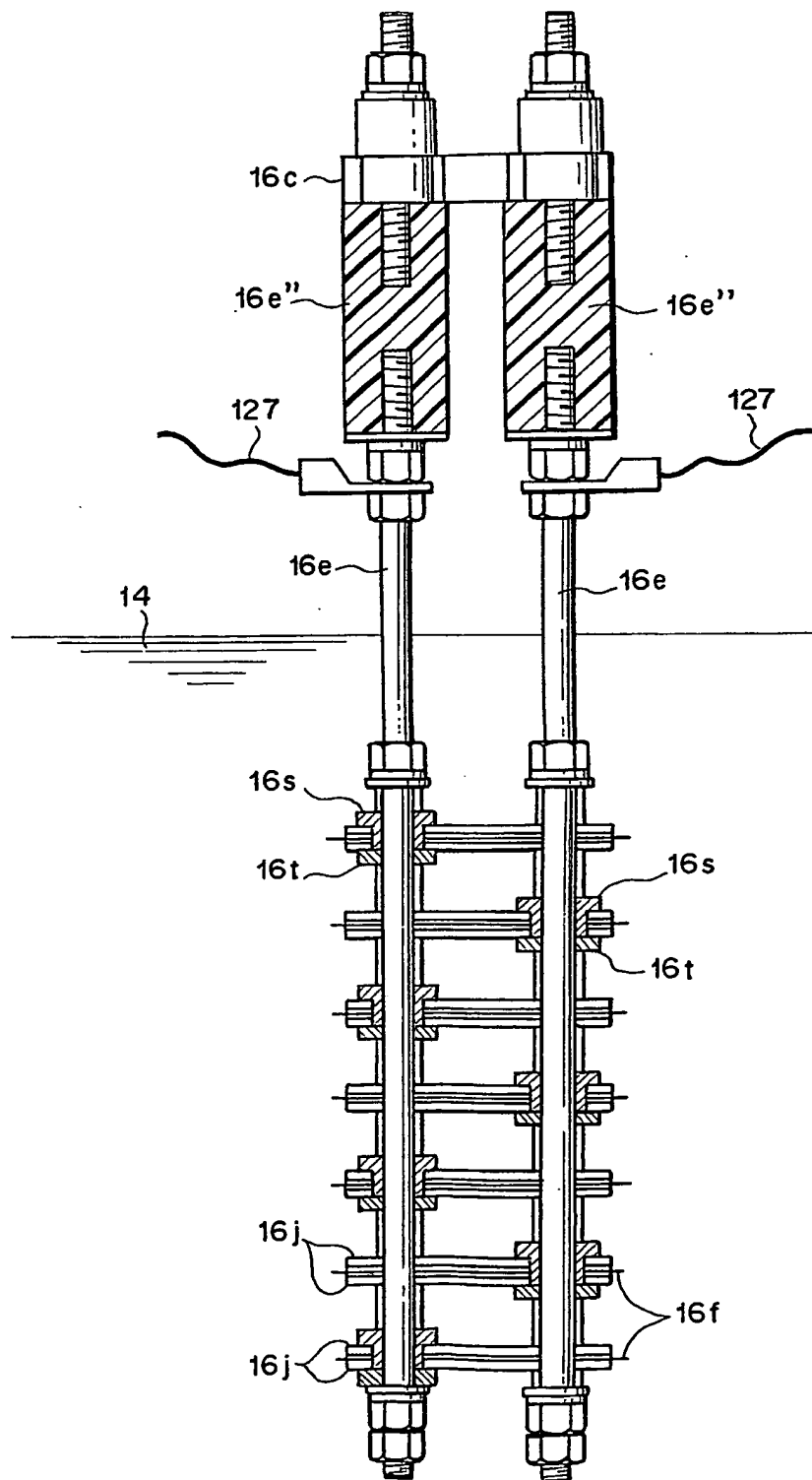


FIG.46

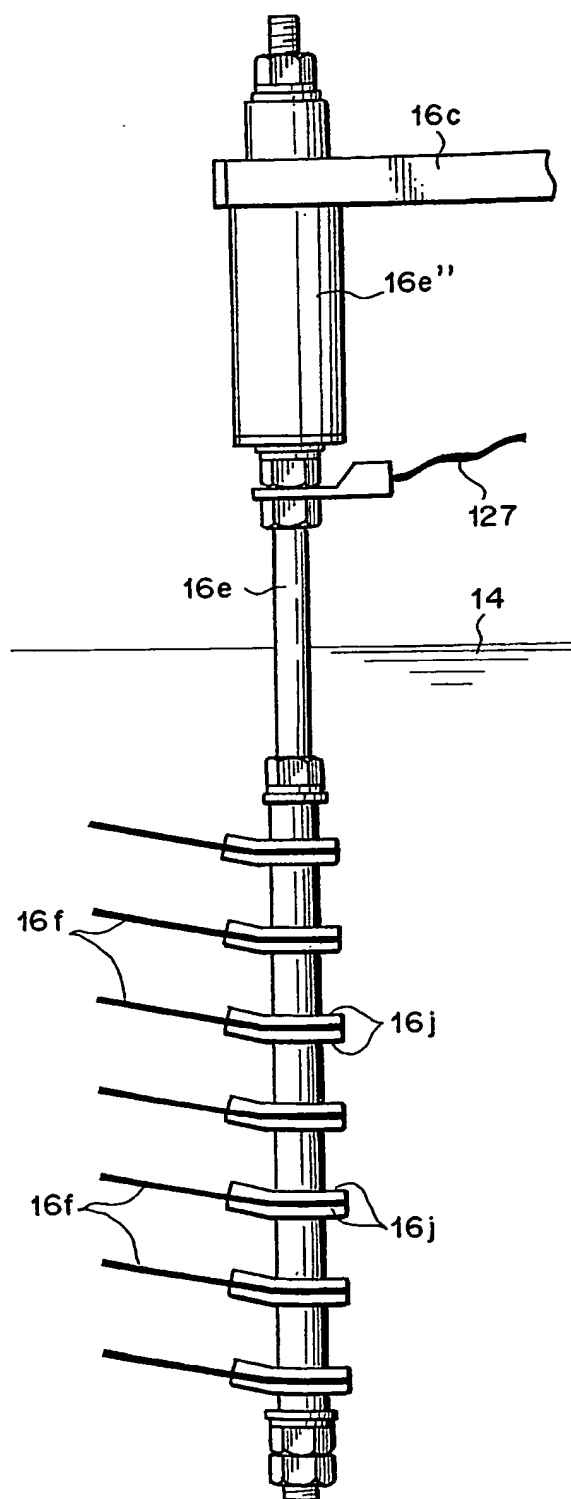


FIG.47

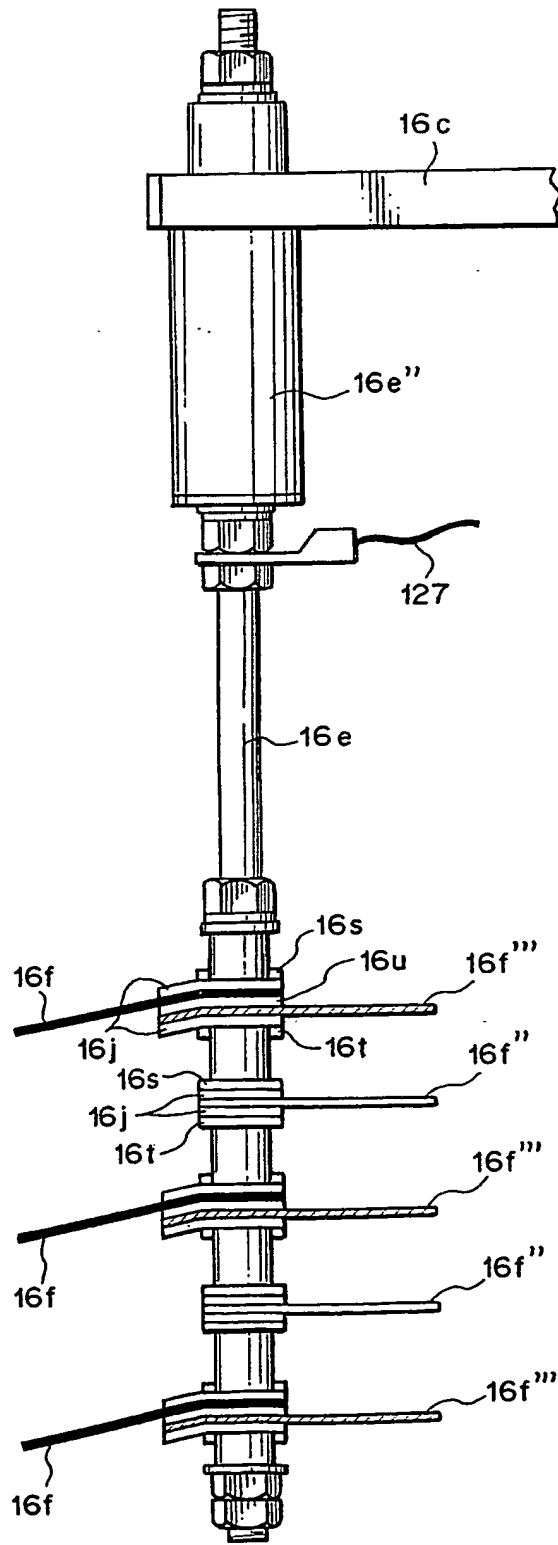


FIG. 48

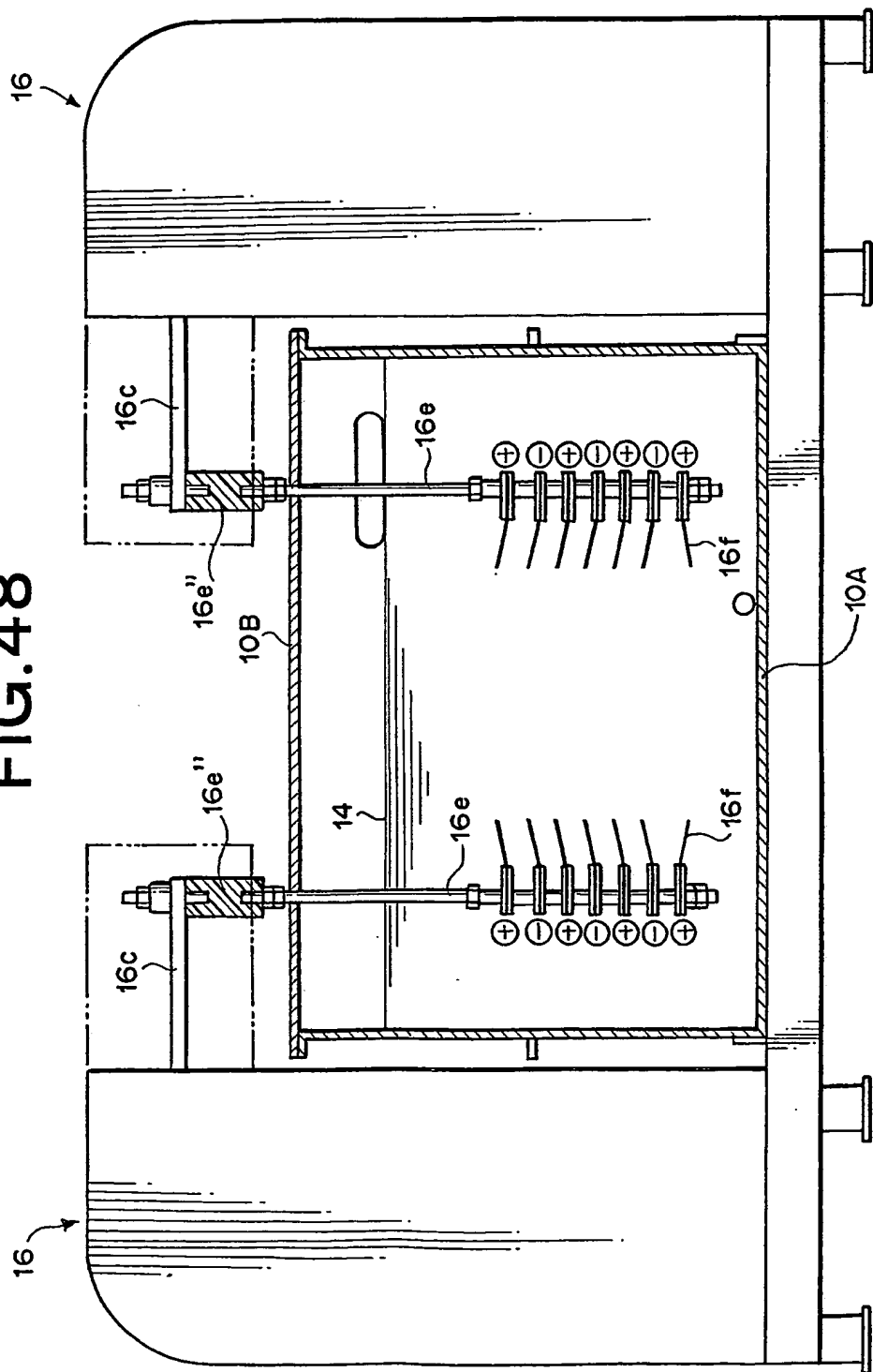


FIG.49

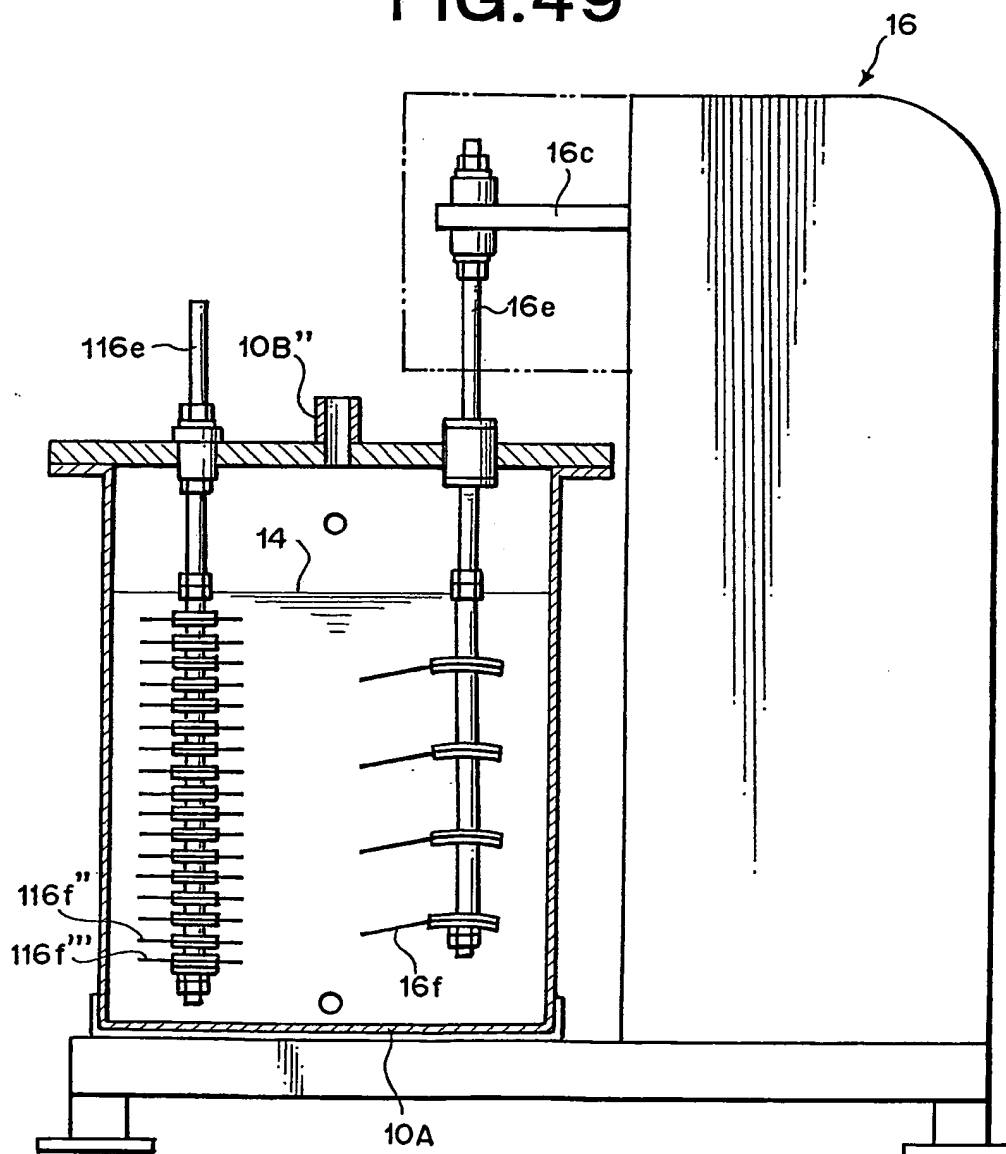


FIG. 50

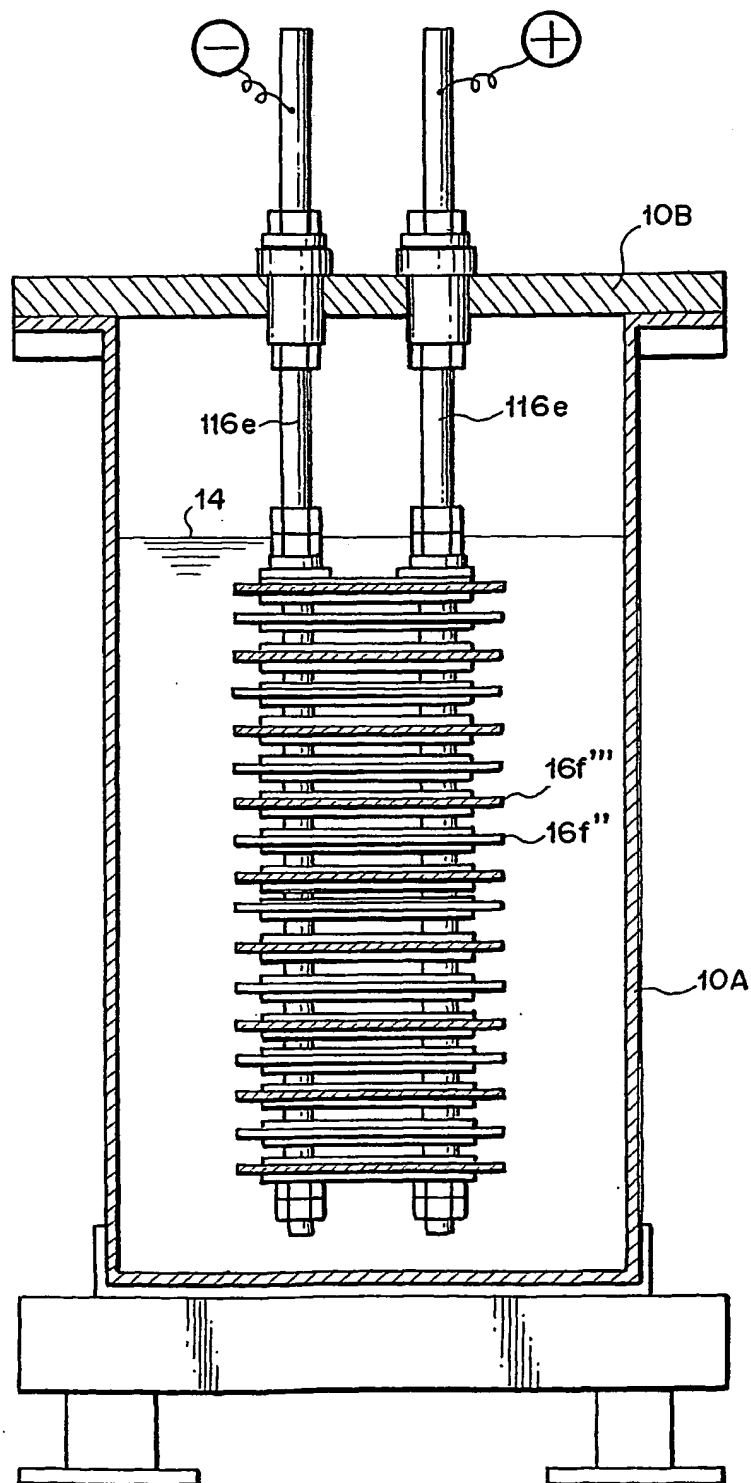


FIG.51

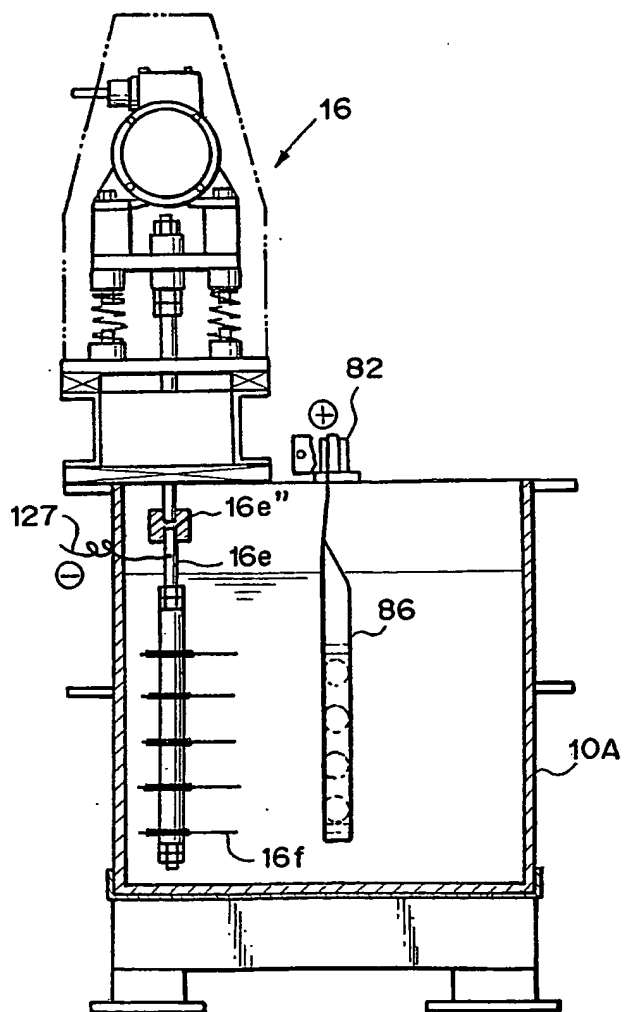


FIG.52

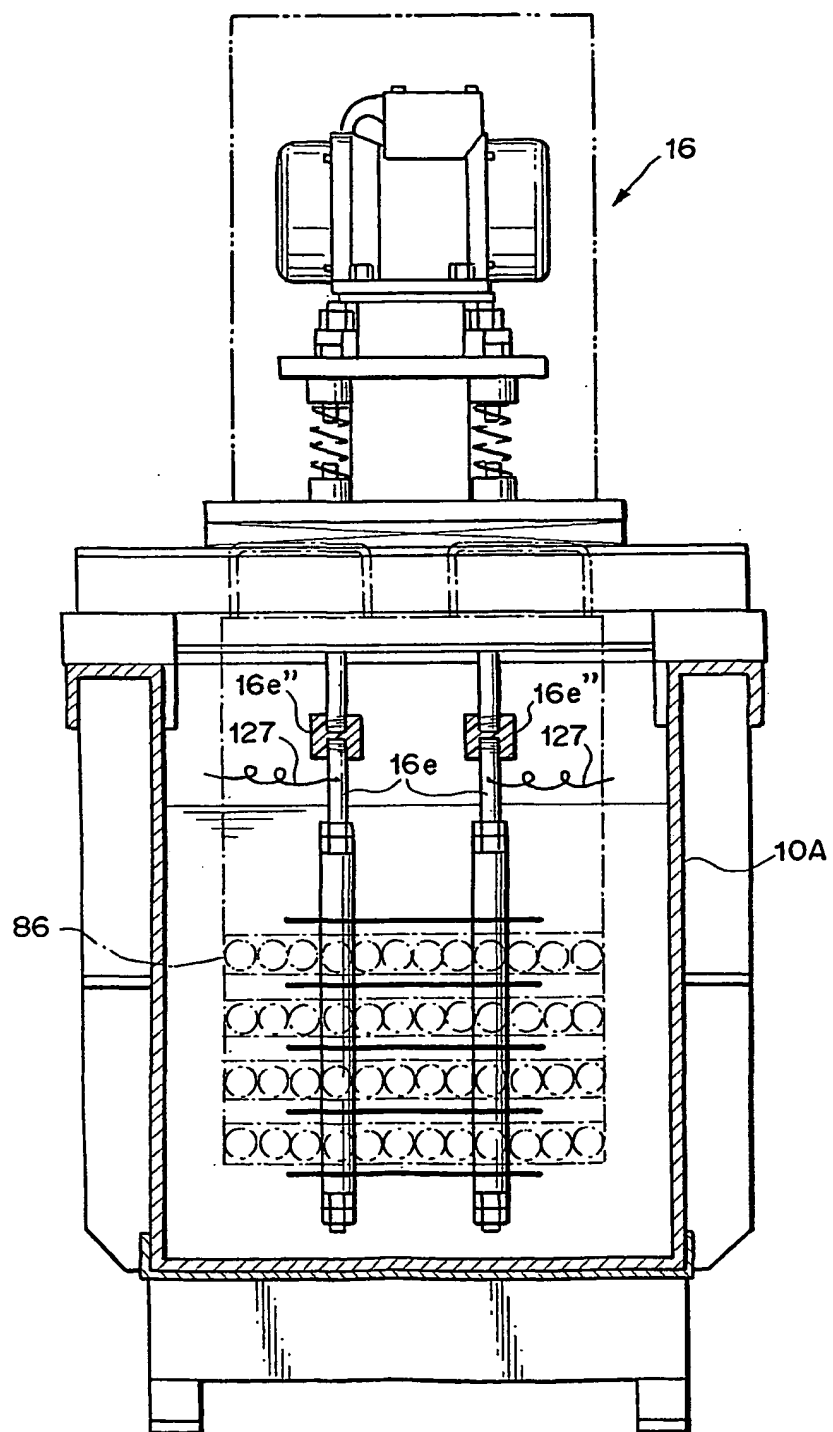


FIG.53

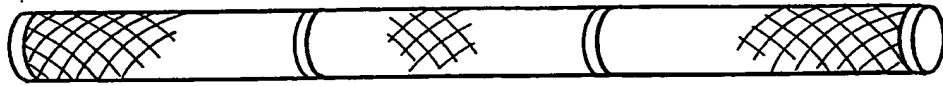


FIG.54

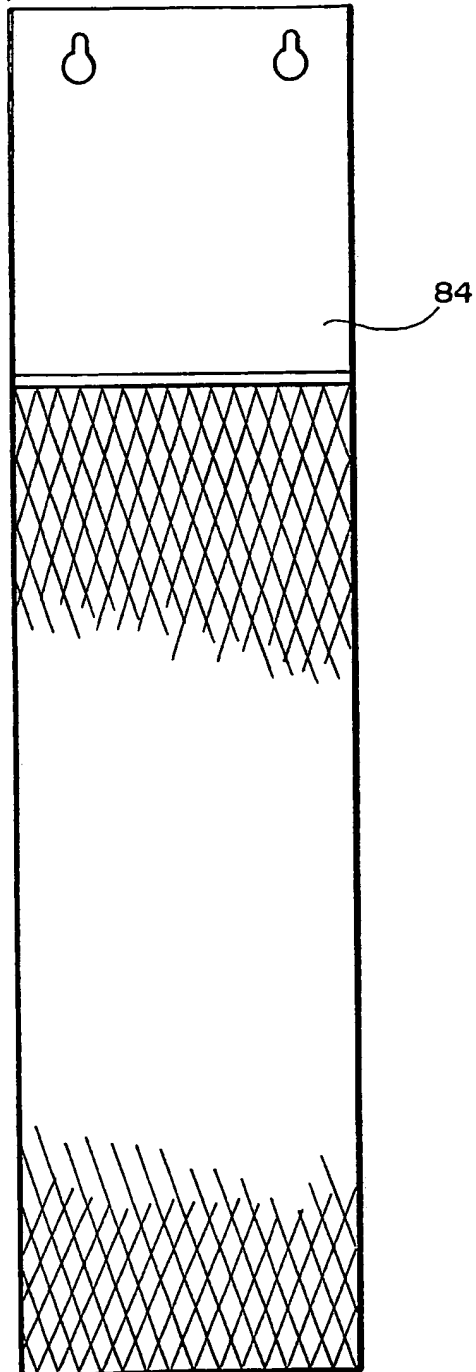


FIG.55A

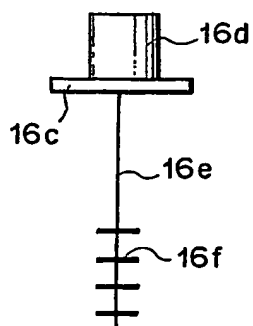


FIG.55B

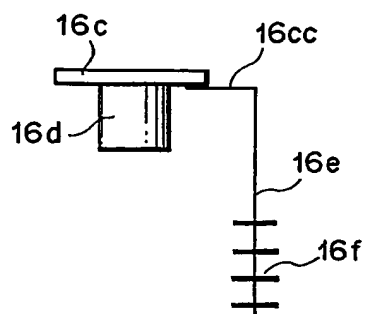


FIG.55C

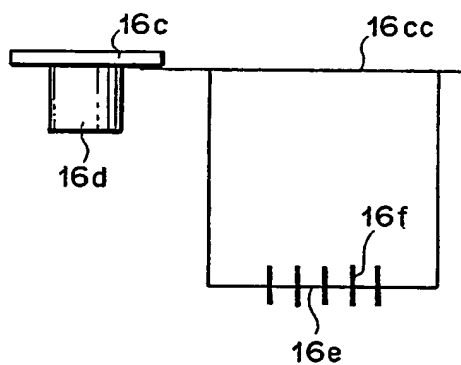


FIG.55D

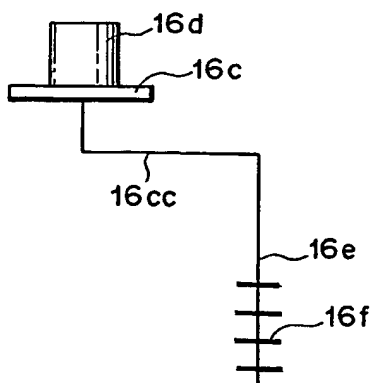
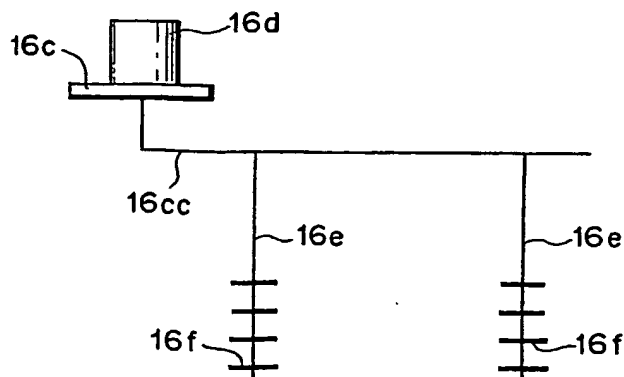


FIG.55E



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/09770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C25B15/08, C25B15/00, C25B9/00, C25B1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C25B1/00-15/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-281272 A (Nippon Tekuno Kabushiki Kaisha), 29 October, 1996 (29.10.96), (Family: none)	1-55
A	JP 9-40482 A (Nippon Tekuno Kabushiki Kaisha), 10 February, 1997 (10.02.97), (Family: none)	1-55
A	JP 6-304461 A (Nippon Tekuno Kabushiki Kaisha), 01 November, 1994 (01.11.94), (Family: none)	1-55

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 November, 2002 (28.11.02)Date of mailing of the international search report
10 December, 2002 (10.12.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C25B 15/08、C25B15/00、C25B9/00、C25B1/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C25B 1/00-15/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-281272 A (日本テクノ株式会社) 1996. 10. 29 (ファミリーなし)	1-55
A	JP 9-40482 A (日本テクノ株式会社) 1997. 02. 10 (ファミリーなし)	1-55
A	JP 6-304461 A (日本テクノ株式会社) 1994. 11. 01 (ファミリーなし)	1-55

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 11. 02

国際調査報告の発送日

10.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

廣野 知子



4E

9266

電話番号 03-3581-1101 内線 3425